

O decênio decisivo

Propostas para uma política de sobrevivência

Apresentação, por Antonio Donato Nobre

Abreviações frequentes

Agradecimentos

Prefácio

Introdução. O destino das sociedades decide-se neste decênio

1. A especificidade de nosso tempo
2. O essencial do que é preciso compreender sobre o colapso socioambiental em curso
3. A dificuldade de apreender intuitivamente as dinâmicas de aceleração
4. Até 2030: o consenso científico sobre o caráter decisivo deste decênio
5. Um abismo separa o capitalismo das políticas de sobrevivência

I – A ruptura impreterível no sistema alimentar

1. A aniquilação biológica

- 1.1 Extinções e contrações populacionais de espécies
- 1.2 Declínio da vida no meio aquático
- 1.3 Mortandade de animais por poluição, incêndios e emergência climática
- 1.4 Eliminação e degradação das coberturas florestais
- 1.5 Florestas boreais
- 1.6 Florestas tropicais
- 1.7 A guerra de aniquilação biológica pelo sistema alimentar globalizado
- 1.8 Agrotóxicos
- 1.9 Declínio dos insetos e dos polinizadores
- 1.10 Conclusão

2. O sistema alimentar e a crise animal

- 2.1 O sistema alimentar e as emissões cumulativas de GEE
- 2.2 As emissões de carbono e a indústria de proteínas animais
- 2.3 Dieta carnívora: espaço implicado, aumento do consumo e desmatamento tropical
- 2.4 Os rebanhos de ruminantes e as emissões de metano (CH₄)
- 2.5 O transporte de *commodities* associado à indústria da carne
- 2.6 Ineficiência energética do consumo de carne
- 2.7 Insalubridade do consumo de carne
- 2.8 O sistema alimentar globalizado, indutor de pandemias
- 2.9 O aumento da insegurança alimentar
- 2.10 Conclusão. Mudar o sistema alimentar globalizado

3. O decênio decisivo da Amazônia

- 3.1 As civilizações da floresta sob ataque
- 3.2 A importância da Amazônia para a vida planetária
- 3.3 Amazônia, refrigerador do planeta e reservatório de carbono
- 3.4 A floresta amazônica, de sumidouro a fonte de carbono
- 3.5 Diminuição das águas superficiais e da umidade atmosférica na bacia amazônica
- 3.6 Supressão da floresta. Histórico e situação atual
- 3.7 Degradação e fragmentação do tecido florestal
- 3.8 A interação entre secas e incêndios
- 3.9 Bolsonaro e a destruição da floresta como meta de governo
- 3.10 Amazônia, elemento crítico do sistema Terra
- 3.11 Conclusão. Amazônia, santuário da biosfera

II – A ruptura impreterível no sistema energético

4. A engrenagem físico-financeira da emergência climática

- 4.1 A transição energética não está à vista neste decênio
- 4.2 O setor financeiro e os Estados-Corporações
- 4.3 A escalada das emissões de GEE e a baixa confiabilidade dos inventários nacionais
- 4.4 Concentrações atmosféricas de GEE sem precedentes nos últimos 3 milhões de anos
- 4.5 Conclusão. Cinco premissas para desativar a engrenagem da emergência climática

5. A aceleração do aquecimento

- 5.1 Duas fases da aceleração e o crescente Desequilíbrio Energético da Terra (DET)
- 5.2 Aceleração do aquecimento marinho e a febre dos oceanos
- 5.3 Ondas de calor mais frequente e mais intensas na atmosfera
 - 5.3.1 Epidemiologia das ondas de calor nos dois últimos decênios e no futuro
 - 5.3.2 Comparação entre os dois últimos decênios
 - 5.3.3 Recordes de calor nos últimos sete anos (2015-janeiro de 2022)
- 5.4 Ilhas de calor urbano e as regiões que se tornarão inabitáveis antes das demais

6. Quanto aquecimento é já inevitável?

- 6.1 O aquecimento futuro de longo prazo determinado pelas emissões passadas
- 6.2 A questão da data limite para conter o aquecimento em 1,5°C - 2°C
- 6.3 O orçamento de carbono restante: “Três anos para salvar nosso clima”
- 6.4 Um aquecimento médio global igual ou maior que 1,5°C até 2030
- 6.5 Conclusão: uma impossibilidade sociofísica e o que realmente importa

7. Alças de retroalimentação do aquecimento

- 7.1 Desmascaramento do aquecimento pela diminuição dos aerossóis
- 7.2 Diminuição da Produtividade Primária Líquida nos ciclos de carbono terrestre
- 7.3 Diminuição do albedo da Terra pela diminuição das superfícies cobertas de neve e gelo
- 7.4 Limite e diminuição da absorção de CO₂ e de calor pelos oceanos
- 7.5 Crescente contribuição do metano (CH₄) ao aquecimento global
- 7.6 No Ártico, liberação lenta ou explosão de uma bomba de metano e de CO₂?
- 7.7 Além de 2°C: cruzando múltiplos pontos de inflexão
- 7.8 Conclusão: a diminuição do nicho climático humano

III – Último decênio de sociedades organizadas ou governança global democrática?

8. As regressões socioambientais em curso

- 8.1 O peso relativo dos fatores sociais e ambientais
- 8.2 Desigualdade socioeconômica sem precedentes
- 8.3 Um planeta entulhado
- 8.4 Intoxicação, adoecimento e mortes prematuras. As novas “zonas de sacrifício”
- 8.5 Poluição: a ultrapassagem do quinto dos nove limites planetários

9. Superar o axioma da soberania nacional absoluta

- 9.1 A tese central deste capítulo
- 9.2 A guerra está inscrita no axioma da soberania nacional absoluta
- 9.3 A soberania nacional absoluta garante e impulsiona o processo de colapso ambiental
- 9.4 Do nacionalismo ao autoritarismo
- 9.5 O nacionalismo e o aumento das despesas militares no século XXI
- 9.6 O negócio da segurança nacional: corporações, estamento militar e ciência em simbiose
- 9.7 A intensificação das tensões geopolíticas e o peso crescente das crises ambientais
- 9.8 A 100 segundos da Meia Noite e o retorno do cenário guerra nuclear
- 9.9 Conclusão

10. Hesitações sobre a urgência de superar o capitalismo

10.1 Em direção a uma civilização da pós-economia

10.2 As hesitações da comunidade científica

10.3 O engajamento político necessário

10.4 As objeções de irrealismo político

11. Propostas para uma política de sobrevivência

Apresentação

Até recentemente, a maioria das pessoas permaneceu alheia aos alertas que a comunidade científica vem há muitas décadas emitindo sobre as mudanças climáticas, o declínio da biodiversidade e a intoxicação dos organismos pela poluição químico-industrial. Para muitos em posições de destaque nos governos e no poder econômico, a inação seguiu em uma trilha ideologicamente conveniente, qual seja a de ignorar o que não favorece seus interesses menores. Outros têm sido desestimulados pela linguagem dos comunicados científicos e pela complexidade dos temas. O que poderia fazer tais posturas mudarem, o que despertaria nas pessoas a consciência para a urgência da hora? Durante décadas, a única força aparentemente capaz de fazer as pessoas pensarem sobre seu comportamento tem sido a desencadeada por grandes desastres. E os desastres, naturais e humanos, nos abalam com crescente e assustadora intensidade.¹ A tese principal deste livro é que o presente decênio é com toda a probabilidade o último em que ainda poderemos evitar a desorganização das sociedades sob o impacto da aceleração e da sinergia entre as diversas crises socioambientais, capazes de levar ao aniquilamento das civilizações nascidas e desenvolvidas durante o Holoceno e à extinção de milhões de espécies, inclusive, e não por último, a nossa.

A importantíssima narrativa do professor Luiz Marques sintetiza, articula, explica e amplifica, com a força de argumentos muito bem construídos, os extensos diagnósticos e prognósticos da ciência. Mas é muito mais que uma competente recapitulação da ciência. O autor constrói e utiliza um macroscópio simplificador analítico,² para com este nos fazer compreender o tamanho da encrência planetária em que nos metemos. Diante de ameaças por todos os lados e de desastres múltiplos, a busca de saídas torna-se uma atividade quase sem esperança. Na urgente demanda por ideias, veremos mensagens como as desse livro rapidamente ganhando destaque, transformando-o em um fantástico manual de sobrevivência para tempos difíceis.

O alarmante estado da humanidade em sua marcha insensata em direção ao abismo é retratado neste livro com um discurso irretorquível, potente, inescapável. Com sua narrativa acessível, e com um menu impressionante de soluções, deve tornar-se leitura obrigatória para quem quiser ter qualquer relevância nas campanhas de resgate que virão ainda neste decênio.

Antonio Donato Nobre
Professor do Programa de Doutorado em
Ciência do Sistema Terrestre do INPE.

¹ No começo de todo filme de desastre cientistas são ignorados.

<https://jornal.usp.br/ciencias/desastres-comecam-com-cientistas-sendo-ignorados-ela-esta-la-para-nao-deixar-isso-acontecer/>.

² O telescópio vê o muito grande; o microscópio vê o muito pequeno. O macroscópio vê o muito complexo.

Abreviações frequentes

AGGI – Annual Greenhouse Gas Index (NOAA)

AIE – Agência Internacional de Energia (International Energy Agency - IEA)

AR – Relatório de Avaliação (Assessment Report), relativo aos seis Relatórios de Avaliação do IPCC, realizados entre 1990 e 2022.

CH₄ – Metano

CO₂ – Dióxido de Carbono

COP – Conferência das Partes (Conference of the Parties) da UNFCCC, do IPBES e da UNCCD

EDGAR – Emission Database for Global Atmospheric Research

GEE – Gases de Efeito Estufa

GISS – Goddard Institute for Space Studies – NASA

Gt – Gigatonelada (1 bilhão de toneladas)

GWP - Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential)

IPBES – Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

IPCC – Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change)

IPCC (SR1.5 2018) – *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)] <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf>.

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature)

N₂O – Óxido Nitroso

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

NPP – Produtividade Primária Líquida (Net Primary Productivity)

NSIDC – National Snow and Ice Data Center

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OCMs – Ondas de calor marinho

OMM – Organização Meteorológica Mundial

OMS – Organização Mundial da Saúde

OTAN – Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO)

Pg – Petagrama (1 Pg = 1 x 10¹⁵ gramas = 1 x 10¹² kg = 1 Gt)

ppb e ppm – partes por bilhão ou partes por milhão, isto é, o nível de concentração de certas moléculas (CO₂, CH₄, N₂O etc.) existentes em cada bilhão ou cada milhão de moléculas na atmosfera.

RCP8.5 – Trajetórias de Concentração Representativas (Representative Concentration Pathways) 8,5 Watts por m² em 2100.

SMP – Summary for Policymakers, ou seja, o resumo de um relatório do IPCC, do IPBES etc., destinado aos políticos ou aos formuladores de políticas.

UNFCCC – Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (United Nations Convention to Combat Desertification), proposta em 1992, estabelecida em 1994, entrando em vigor em 1996.

UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (United Nations Framework Convention on Climate Change), estabelecida em 1992

WG – Working Group

Agradecimentos

Muitas são as pessoas, colegas, amigas e amigos, a quem tenho a honra e a satisfação de agradecer por sua participação em todas as etapas de ideação e redação deste livro. Algumas por certo não têm uma ideia plena de quanto esse livro lhes deve, malgrado não se reconhecerem plenamente em suas teses. Antes de mais nada, tenho uma grande dívida de gratidão com o Coletivo 660, que há quatro anos me acolheu em suas discussões e iniciativas, graças às quais tenho aprendido muitíssimo. Esse aprendizado não é apenas intelectual, mas é também, e igualmente, uma fonte de inspiração no âmbito da ética e da experiência política. Ter incluído este livro em sua coleção editorial, desenvolvida em parceria com a editora Elefante e a Editora da Unicamp, é para mim motivo de grande honra e alegria.

Este livro deve muito também aos colegas, amigas e amigos da Unicamp, em especial do Departamento de História, da minha linha de pesquisa e do grupo de professores de outras áreas, com quem venho participando há quatro semestres consecutivos do curso interdisciplinar: “Antropoceno: Desafios da Complexidade Ambiental”. Uma menção especial cabe aqui à Professora Gabriela Castellano, do Instituto de Física, que vem animando e coordenando com imenso idealismo, desprendimento e rigor intelectual o conjunto deste trabalho. Aos alunos deste curso e aos do programa de pós-graduação do Departamento de História que participaram com grande interesse de duas edições do curso “O decênio decisivo”, fica aqui meu reconhecimento pelo incentivo e pelas contribuições.

Outro coletivo de cientistas com os quais iniciei um novo trabalho na Ilum Escola de Ciência do Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEN) tem confirmado minha convicção, que atravessa por inteiro este livro, de que qualquer contribuição da Universidade ao enfrentamento das crises socioambientais contemporâneas passa pelo esforço de intercâmbio de conhecimentos e de religação dos saberes. Com esses novos colegas tive a satisfação de discutir em um seminário, em julho de 2021, questões relacionadas à problemática da ultrapassagem de pontos críticos e das alças de retroalimentação da emergência climática, abordados ao longo deste livro. Também com os colegas da minha linha de pesquisa da área de História Cultural, na Unicamp, tive a satisfação de discutir os problemas relacionados às propostas para uma política de sobrevivência, abordadas no último capítulo do livro.

Muitos foram os que leram uma primeira versão deste livro, em todo ou em parte, e contribuíram com críticas, sugestões e encorajamentos à sua versão final. Minha gratidão vai, como sempre, em primeiro lugar, à leitura rigorosíssima de Sabine Pompeia, há 26 anos minha companheira de vida. Este livro possivelmente nem existiria sem ela. Antonio Donato Nobre, Professor do Programa de Doutorado em Ciência do Sistema Terra do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), conhecedor sem igual da Amazônia, das florestas e de tantas outras dimensões de Gaia, não apenas leu e criticou cada linha deste livro, mas me concedeu a honra imensa de apresentá-lo.

Minha gratidão se estende a outros amigos e amigas, seja que me encorajaram ao longo desta jornada, seja que se dispuseram generosamente a ler alguns capítulos deste livro. Entre elas e eles, não posso não mencionar ao menos os nomes de Carlos Bocuhy, Clóvis Cavalcanti, Elizabeth Thielemann, Enrique Ortega, Galia Daniela Cabrera, José Eustáquio Diniz Alves, Liz-Rejane Issberner, Mario Novello, Maristela Gaudio, Martino Lobue, Matthew Shirts, Mauro de Almeida, Miguel Juan Bacic, Néri de Barros Almeida, Pedro Jacobi, Philippe Lena, Roberto Cenni e Rosie Mehoudar. Francisco Foot Hardman e Armando Boito são amigos de 50 anos de jornada a quem devo muito do que aqui se propõe. É claro que nenhum dos nomes acima mencionados tem qualquer responsabilidade pelos eventuais erros no texto aqui apresentado.

Ao longo da redação deste livro, participei, infelizmente com muito menor assiduidade do que gostaria, de discussões e iniciativas empreendidas por coletivos de grande relevância, entre os quais devo mencionar o Ecovirada, o Chamado para uma Transição Ecosocial, o grupo brasileiro do Laudato Si' e, sobretudo, o Fórum Social Pan-Amazônico (FOSPA). A convivência com esses quatro coletivos, muito embora esporádica, foi de grande proveito e inspiração para a elaboração das propostas que concluem este livro.

Fernando Chaves deu uma contribuição fundamental a este livro, elaborando e adaptando com grande talento e esmero todos os seus numerosos gráficos. Tadeu Breda, diretor da editora Elefante, e Ricardo Lima, amigo e grande animador da Editora da Unicamp, foram de ajuda decisiva para levar este livro a bom porto.

Como em empreitadas anteriores, também este livro é dedicado à minha irmã, Luiza Lago, à Sabine, minha companheira, e aos meus filhos, Elena e Leon. Cada um a seu modo, eles são a motivação maior e primeira para escrevê-lo.

Prefácio

A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) publica regularmente a Lista Vermelha das espécies ameaçadas de extinção. Como se verá no capítulo 1, em 2021, a IUCN considerava que mais de 38.500 entre as 138.300 espécies avaliadas (cerca de 28%) encontravam-se em diferentes graus de risco de extinção, com 8.722 espécies consideradas criticamente ameaçadas. Curiosamente, a IUCN não inclui a espécie humana nessa Lista. Se a incluísse, seríamos contados, malgrado nossa abundância populacional e nossa presença generalizada no planeta, entre as espécies mais vulneráveis. Se continuarmos pelo caminho em que estamos avançando, teremos muito em breve de nos contar entre as espécies criticamente ameaçadas. Em nosso caso específico, o fator abundância populacional pode aumentar ao invés de diminuir as chances de extinção, dependendo de como nos organizarmos socialmente. Como bem explicita Paulo Saldiva, da Universidade de São Paulo, referindo-se aos impactos da emergência climática e da poluição sobre a saúde humana, está mais do que na hora de “fundar a sociedade protetora do ser humano”.¹

A existência de instituições como o Future of Humanity Institute (FHI), de Oxford, criado em 2005 e do Centre for the Study of Existential Risk (CSER), de Cambridge, criado em 2012, atesta a amplitude da percepção de que o destino dos humanos e, em todo o caso, do projeto humano está em risco crescente. O conceito de risco existencial (*X-Risk*), vale dizer, o risco de extinção da espécie humana ou de aniquilação de seu potencial, ganha maior recorrência no universo das análises científicas ao menos desde 2002, com um artigo de Nick Bostrom, do FHI, no qual o autor procura defini-lo de modo mais rigoroso:²

“Risco existencial - um risco em que um resultado adverso aniquilaria a vida inteligente originária da Terra ou reduziria permanentemente e drasticamente seu potencial. Um risco existencial é aquele em que a humanidade como um todo está em perigo. Os desastres existenciais têm consequências adversas importantes para o curso da civilização humana para sempre”.

Em seu esforço de delimitar quase cirurgicamente esse conceito, tanto Bostrom, quanto Toby Ord,³ do mesmo Instituto, procuram estabelecer uma linha divisória clara entre riscos existenciais e não existenciais. Uma objeção que se pode avançar a essa abordagem é o fato de que essa linha divisória não existe ou, se existe, não é claramente perceptível. É óbvio que uma guerra nuclear total representa, mais que um risco existencial extremo, uma certeza de extinção de inúmeras espécies, além da nossa. Tal como mostra o Bulletin of Atomic Scientists e como se verá detidamente no capítulo 9 (seção 9.8 A 100 segundos da Meia Noite. A Ucrânia e o retorno do cenário guerra nuclear), esse risco é real e possivelmente maior hoje do que nos piores momentos da Guerra Fria, dada a ausência de uma governança global democrática capaz de superar o horizonte mental primitivo do nacionalismo. Todavia, não sempre, e nem mesmo na maioria das vezes, um risco existencial se refere a um acontecimento extremo ou excepcional. Um risco existencial pode emergir de um processo cumulativo, resultante da combinação e da sinergia entre diversas crises e é exatamente este o caso em nossos dias, como procurei argumentar em outros textos.⁴ Catherine Richards, do CSER, incorre no mesmo equívoco de entender o risco de extinção apenas como eventualidade de um cenário excepcional. Juntamente com seus colegas, ela afirma em um importante artigo de 2021 que “há uma crescente preocupação de que a mudança do clima coloque um risco existencial à humanidade”.⁵ Para os autores, entretanto, esse risco passa a ser considerável apenas em um cenário extremo (*a worst-case scenario*):⁶

“Há uma emergente evidência de aceleração de alças de retroalimentação positiva e de desaceleração de alças de retroalimentação negativa. Essas alças de retroalimentação positiva exacerbam a possibilidade de um aquecimento global desenfreado (*runaway global warming*), estimado em 8°C ou ainda maior até 2100. Tais aumentos de temperatura representam perigos

reais, ao deslocar o estreito nicho climático no âmbito do qual os humanos viveram ao longo de milênios.”

Para Richards e colegas, um risco existencial se configura apenas no caso de um aquecimento desenfreado. A conjectura “*runaway global warming*”, temida por um número crescente de cientistas (mas rejeitada pelo Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas - IPCC)⁷, seria capaz de levar a Terra a condições que prevalecem hoje em Vênus. Essa conjectura pode ser interessante do ponto de vista científico, mas é ociosa do ponto de vista do destino dos organismos pluricelulares porque a grande maioria das milhões de espécies hoje existentes cessariam de existir sob condições muito menos extremas. Yangyang Xu e Veerabhadran Ramanathan assim categorizaram os riscos implicados em três níveis de aquecimento global:⁸

“>1,5 °C como perigoso; >3 °C como catastrófico; e >5 °C como desconhecido, implicando um nível além de catastrófico, o que inclui ameaças existenciais. Com emissões não controladas, o aquecimento médio pode atingir o nível perigoso dentro de três décadas, com BPAI (Baixa Probabilidade (5%) e Alto Impacto) de que o aquecimento se torne catastrófico até 2050”.

É consenso atual de que um aquecimento maior que 2°C terá impactos desastrosos para a vida no planeta. Como discutido no capítulo 7, Tim Lenton e colegas mostraram que mudanças abruptas e irreversíveis no sistema climático, com desdobramentos potencialmente fatais para a humanidade e outras espécies, podem ocorrer mesmo em níveis de aquecimento médio global inferiores a 3°C em relação ao período pré-industrial.⁹ Essa condição foi tematizada em 2018 por Will Steffen e colegas¹⁰ e em 2020 por Chi Xu e colegas em um trabalho intitulado “O futuro do nicho climático humano”, igualmente abordado no capítulo 7 (seção 7.8 Conclusão: a diminuição do nicho climático humano).¹¹ É por certo baixa (5%) a probabilidade de um aquecimento maior que 3°C “até 2050”, como afirmam Yangyang Xu e Veerabhadran Ramanathan. Mas essa probabilidade já é razoavelmente alta no terceiro quarto do século, dado o ritmo atual de aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa (GEE). Em 1958, as concentrações atmosféricas de CO₂ estavam em 315 partes por milhão (ppm). Em 2013, elas atingiram pela primeira vez 400 ppm, as mais altas dos últimos 2 ou 3 milhões de anos. Em 2020, elas romperam momentaneamente a barreira de 417 ppm. Estavam então cerca de 50% mais altas do que em finais do século XVIII. Entre 2022 e 2023, as concentrações atmosféricas de CO₂ terão superado 420 partes por milhão (ppm). Elas estavam avançando nos anos 1960 à taxa média de cerca de 1 ppm por ano. Elas estão avançando agora a uma taxa média de 2,5 a 3 ppm por ano, com um aumento de 2,84 ppm entre janeiro de 2020 e janeiro de 2022 (veja-se capítulo 4, Figura 4.11). Isso significa que elas devem dobrar em relação ao período pré-industrial (280 ppm) antes de 2070. Muito provavelmente bem antes ainda de 2070, porque a aceleração desse aumento deve continuar, mantidos os paradigmas suicidas que regem nossas sociedades.

Desde ao menos os anos 1990, modelos climáticos que vêm se complexificando sucessivamente mostram que a sensibilidade climática de equilíbrio, ou seja, a resposta de longo prazo do clima à duplicação das concentrações atmosféricas de CO₂ (de 280 ppm para 560 ppm) podem levar a um aquecimento médio global entre 1,5°C e 4,5°C. Segundo os modelos mais recentes (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 – CMIP6), propostos em 2020, essa resposta do sistema climático estaria na faixa de 1,8°C a 5,6°C.¹² Steven Sherwood e colegas (2020) obtiveram um aquecimento médio global mais provável entre 3°C a 4°C, sem excluir a possibilidade de que ele supere 4,5°C acima do período pré-industrial até 2100.¹³ Em sua análise das divergências entre esses modelos, Jeff Tollefson afirma que “mesmo que o uso do carvão não aumente de forma catastrófica, 5°C de aquecimento médio global [até 2100] pode ocorrer por outros meios, incluindo o derretimento do pergelissolo (*permafrost*)”,¹⁴ pois este lançará quantidades crescentes de GEE na atmosfera.

Os dados apresentados em 2021 à COP26 pelo IPCC, relativos à exposição e à vulnerabilidade a ondas de calor extremo, segundo três níveis de aquecimento médio global acima do período pré-industrial, são igualmente alarmantes: 1,5°C exporá 3,96 bilhões de pessoas (1,19 bilhão mais vulneráveis); 2°C exporá 5,99 bilhões (1,58 bilhão mais vulneráveis) e 3°C exporá 7,91 bilhões (1,71 bilhão mais vulneráveis). É possível, em suma, que essa exposição crescente ao calor extremo, assim como cada uma das grandes crises socioambientais que nos defrontam, não ofereça um risco existencial à humanidade como um todo, quando examinadas isoladamente. Mas a sinergia entre elas tem certamente potencial para tanto. Não é possível em tais circunstâncias traçar uma linha divisória clara entre uma ameaça existencial e uma ameaça não existencial, ou entre um planeta local e momentaneamente inabitável e um planeta largamente inabitável pela espécie humana e por tantas outras. Pois para que uma região se torne inabitável basta que atinja sazonalmente picos de calor insuportáveis e este será o caso de vários países já talvez nos próximos anos (sobretudo na ocorrência de um forte El Niño) ou ainda, na melhor das hipóteses, nas próximas décadas. O importante é entender que estamos galgando uma curva de risco sem marcos divisórios claros e que essa curva, que nos leva de um planeta mais hostil a um planeta inabitável e, portanto, à nossa extinção ou ao fim de nossas possibilidades de desenvolvimento, não apenas já está se desenhando, mas está se acelerando muito rapidamente.

Dadas essas constatações e projeções, a motivação para escrever este livro nasce de duas apostas otimistas. A primeira é que os anos decisivos para evitar esses cenários futuros extremos ainda estão diante de nós. São os anos do decênio em curso, razão do título deste livro. Em outras palavras, ainda não seria tarde demais para evitar o pior. A segunda aposta, não menos otimista, é que seremos capazes de agir individual e politicamente ao longo deste decênio com a radicalidade requerida para reverter o que ainda pode ser revertido, mitigar o que ainda pode ser mitigado e, com isso, aumentar significativamente nossas chances de adaptação aos impactos vindouros do aquecimento global, do empobrecimento da biodiversidade e da intoxicação dos organismos pela poluição químico-industrial. Essas duas apostas baseiam-se numa condição *sine qua non*: a de que seremos capazes de construir um projeto social pós-capitalista, centrado na exigência do encontro da diminuição das desigualdades sociais com a diminuição das pressões antrópicas sobre o sistema Terra. Um programa político baseado nessa exigência não é apenas factível, mas é também o único possível se quisermos sobreviver como sociedades e, no limite, como espécie. Este é o sentido do subtítulo deste livro: propostas para uma política de sobrevivência. Este livro se pretende, portanto, como um chamado à radicalidade da ação política socioambiental e sua ambição maior é suscitar ou enfatizar o senso de máxima urgência exigido por este decênio decisivo.

Introdução

O destino das sociedades define-se neste decênio

“Estamos agora numa bifurcação. Não teremos outra década para hesitar como fizemos na década passada”.

Will Steffen (2021)¹⁵

É impossível fixar o momento em que o mundo começou a piorar. Para as gerações nascidas até os anos 1950, a vitória sobre o nazifascismo era razão suficiente para fazer renascer a esperança de que tudo podia, enfim, “acabar bem”. Por certo, as luzes vermelhas da degradação ambiental já estavam se acendendo, mas os impactos dessa degradação eram apenas episódicos e pareciam ainda um preço aceitável a pagar em face das promessas da tecnologia. As consequências pareciam situadas num futuro longínquo e o próprio futuro se encarregaria de resolver seus problemas. De resto, ao longo dos dois primeiros decênios sucessivos a 1950, não faltavam indicadores genuínos em apoio à percepção de que o mundo estava, de fato, melhorando. Abria-se então para quase todas as sociedades uma era de maior consumo energético, as economias cresciam à taxa média anual de 4% a 5%, os baixos níveis de desemprego e o fortalecimento das organizações sindicais implicavam aumentos sucessivos do salário real e uma correlativa diminuição da desigualdade. A abundância a baixo custo dos combustíveis fósseis dos EUA e do Oriente Médio e a estabilidade do sistema monetário e financeiro, com baixas taxas de juros, pareciam asseguradas. A inovação tecnológica e o aumento da produtividade agrícola faziam também parte da festa, assim como o aumento espetacular da longevidade e da esperança de vida ao nascer. Em suma, ao longo desses anos, a “Grande Aceleração”¹⁶ – esses sucessivos saltos de escala da interferência antrópica no sistema Terra desde o segundo pós-guerra – era ainda percebida pelas sociedades como algo benfazejo, como um signo de progresso.

Claro que nem tudo era bonança. Em grande parte, a inovação tecnológica era impulsionada pela corrida armamentista da Guerra Fria. Em 1952, em plena Guerra da Coreia, já haviam ocorrido 38 explosões nucleares na atmosfera, 34 das quais feitas pelos EUA, 3 pela ex-URSS e uma pelo Reino Unido. Nesse mesmo ano de 1952, os EUA testavam no atol de Enewetak, no Pacífico, a “Ivy Mike”, a primeira bomba termonuclear (bomba-H), seguida em 1953 e 1956 pelas bombas-H soviética e britânica, respectivamente. Era impossível ignorar o risco crescente de um inverno nuclear e o *Notice to the World*, o famoso Manifesto Russell-Einstein de 1955, dá prova cabal dessa angústia:¹⁷

“Descortina-se diante de nós, se por ele optarmos, um progresso contínuo em felicidade, conhecimento e sabedoria. Devemos, ao invés disso, escolher a morte, por não podermos esquecer nossos conflitos? Como seres humanos, apelamos aos seres humanos: lembrem-se de sua humanidade e esqueçam o resto. Se puderem fazer isso, o caminho estará aberto para um novo paraíso; se não puderem, está diante de vocês o risco da morte universal”.

A mera observação dos fatos justificava esses temores. Em 1962, a crise dos mísseis de Cuba ameaçou como nunca antes a sobrevivência da humanidade.¹⁸ Nesse ano, às vésperas da proibição de testes atômicos na atmosfera, o planeta já sofrera o impacto de 552 detonações de bombas nucleares na atmosfera, sendo 302 dos EUA, 221 da ex-URSS, 23 do Reino Unido e 6 da França. Apenas em 1962, houve 140 detonações nucleares na atmosfera, em média uma a cada 2,6 dias!¹⁹ A assinatura radioativa que tais detonações deixaram nas rochas, bem como o

aumento vertiginoso das emissões de GEE e da poluição químico-industrial a partir desses anos são alguns dos marcos inaugurais de nossa época geológica, o Antropoceno.²⁰

Datam igualmente desses anos os primeiros grandes alertas sobre a letalidade dessa poluição industrial. Em dezembro de 1952, por exemplo, o *Great Smog* na zona metropolitana de Londres causou um pico alarmante de mortalidade.²¹ Dez anos depois, os danos causados à biodiversidade pelos agrotóxicos foram postos em evidência por Rachel Carson, cujo livro *Primavera silenciosa* tornou-se o marco inaugural das preocupações ambientais sucessivas. Além das ameaças de uma guerra atômica e da poluição, o advento da sociedade da afluência nos países do Norte começava a mostrar a face repugnante do consumismo. A *Beat Generation*, os movimentos hippies, antinucleares e pacifistas, culminando nas revoltas de 1968, mostravam a recusa dos jovens ao que então se designava pelo termo *establishment*.²² Acumulavam-se, além disso, também nos anos 1950 e 1960, os crimes cometidos contra a humanidade pela nova ordem liberal instituída pelos EUA. As atrocidades perpetradas nas duas Grandes Guerras prolongavam-se agora nas guerras da Coreia e do Vietnã, nos assassinatos (como o de Patrice Lumumba em 1961) e nos massacres nos países africanos contra seus processos de emancipação. Prolongavam-se também nos brutais golpes militares que varreram a América Latina, a África e a Ásia, do Irã em 1953 à Indonésia, onde a polícia e as tropas do General Suharto, com apoio direto dos EUA, mataram cerca de um milhão de pessoas entre 1965 e 1966. O “método Jakarta” foi, como bem documenta Vincent Bevis, a culminância dos golpes de estado urdidos mundo afora pelos EUA e o laboratório dos sucessivos.²³

De seu lado, as revoluções socialistas, nascidas dos mais generosos ideais do Iluminismo e das lutas sociais do século XIX, começavam a mostrar ao mundo sua face monstruosamente desfigurada. A ex-URSS, destrocada em todos os sentidos por sete anos contínuos de guerra e de guerra civil (1914-1921), pelas sucessivas lutas políticas intestinas, bem como pela contínua beligerância ocidental, havia dado ainda assim a mais decisiva e heroica contribuição à derrota do nazifascismo, antes e durante a guerra. Mas dessa sucessão de traumas, catástrofes e ameaças existenciais resultou a montagem de um estado policial e totalitário, talvez sem precedentes mesmo durante os piores momentos da tirania czarista. O saldo de horrores de 26 anos de terror stalinista somado ao genocídio cometido por quatro anos de invasão nazista é certamente o mais atroz do século XX: entre 27 e 40 milhões de mortes, entre civis e militares, apenas durante a Segunda Grande Guerra,²⁴ aos quais se somam cerca de 20 milhões de mortes por fome, encarceramento em campos de concentração, deslocamentos populacionais arbitrários e execuções sob o regime stalinista, segundo as estimativas de Roy Medvedev.²⁵ Somente após a morte de Stalin, em 1953, a envergadura do desastre começou a ser conhecida, ao menos fora da ex-URSS. Em 1956, a leitura durante o XX Congresso do PCURSS do chamado “relatório secreto” de Krushev sobre os crimes de Stalin e de Beria “oficializava” os primeiros tímidos ensaios de iconoclastia. A distopia, contudo, permanecia.²⁶ Entre 1956, o ano da invasão da Hungria, e 1968, o da invasão da ex-Tchecoslováquia, assiste-se sob Leonid Brezhnev (1964-1982) à interrupção do processo de desestalinização e o retorno em poder e prestígio da KGB em meio à repressão generalizada na ex-URSS e nos países satélites. Hoje, a liquidação judicial da ONG Internacional Memorial, fundada em 1989, e a condenação de um de seus diretores, o historiador Yuri Dmitriev, a 15 anos de prisão, evidenciam a longevidade e a plasticidade do stalinismo no sistema político russo.²⁷ Na China, o “Grande Salto Adiante” (1958-1962) e a absurda mortandade de animais durante a grotesca “Campanha das quatro pragas” (ratos, moscas, mosquitos e pardais) redundaram, como se sabe, nas milhões de vítimas da “Grande Fome” de 1959-1961, um cataclisma de proporções ainda maiores que as do Holodomor ucraniano de 1932-1933. Isso para não falar nas duas experiências históricas mais tardias que encerram com chave de ouro a experiência do “socialismo real” do século XX: entre 1975 e 1979, o genocídio perpetrado pelo Khmer Vermelho no Camboja, que redundou na morte de cerca de

20% da população desse país, e as guerras resultantes da dissolução da Iugoslávia, após a morte de Tito em 1980.

Isso posto, o traço mais importante desses anos é frequentemente esquecido e só ganha sua verdadeira dimensão à luz de uma visada retrospectiva. Trata-se da percepção de que, acima de todos esses crimes abomináveis, genocídios, tragédias e antagonismos ideológicos pairava uma compreensão da história, por todos compartilhada, na qual o futuro permanecia fundamentalmente promissor. Malgrado tudo, evitada a guerra nuclear, o projeto humano parecia assegurado. Cedo ou tarde, a tecnologia haveria de ser posta a serviço da razão e da justiça. O tempo, em suma, contava a favor da humanidade.

A partir dos anos 1970, essa confiança na história começa, contudo, a vacilar. Uma confluência impressionante de fatos incidentes já nos primeiros anos da década atesta e reforça uma clara mudança de perspectiva acerca do futuro. Lembremos alguns deles. Antes de mais nada, o pânico demográfico. Em 1971, a população mundial crescia à taxa de 2,13% ao ano,²⁸ o que explica o sucesso imenso do livro de Anne e Paul Ehrlich, *A Bomba Populacional* (1968). O *Greenpeace*, criado em 1971 por Robert Hunter, Paul Watson e outros ativistas, tornava-se o porta-voz da crise ecológica,²⁹ que em 1972 ganhava pela primeira vez centralidade diplomática na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano em Estocolmo. Um livro, intitulado *Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*, preparado para essa Conferência, causou um grande choque. Encomendado por Maurice Strong a Barbara Ward e a René Dubos, seu primeiro capítulo concluía-se com essas palavras lapidares:³⁰

“Os dois mundos do homem – a biosfera de sua herança, a tecnosfera de sua criação – estão em desequilíbrio, na realidade, potencialmente em profundo conflito. E o homem está no meio. Esse é o ponto de inflexão da história, em que nos encontramos, com a porta do futuro abrindo-se para uma crise mais súbita, mais global, mais inescapável e mais desconcertante que qualquer outra jamais confrontada pela espécie humana. Uma crise que tomará sua forma decisiva no intervalo de vida das crianças já nascidas”.

Os impactos causados por esse livro e pelo manifesto *Blueprint for Survival*,³¹ também deste ano, só foram superados pelo choque mais duradouro de *The Limits to Growth*, igualmente de 1972, encomendado pelo Clube de Roma.³² Entre 1971 e 1972, a hegemonia econômica absoluta dos EUA começava a ser abertamente desafiada. Em 1971, a Alemanha deixa o tratado de Bretton Woods, o dólar despenca 7,5% em relação ao marco alemão e Nixon é obrigado a decretar o fim da conversibilidade do dólar ao ouro. Com uma inflação a 12,3% em 1974,³³ o dólar passava a ser uma moeda fiduciária, o que introduzia a primeira fissura no sistema monetário internacional instituído em 1944. Fora da esfera dos países industrializados, 1972 marca a volta de crises de fome aguda em países como Bangladesh, Índia, Etiópia e diversos países do Sahel. Não se tratava mais de crises resultantes de guerras civis como a ocorrida na Nigéria entre 1966 e 1970, mas da primeira crise de estoques de grãos no período pós-guerra, em parte causada pela retomada das vendas de grãos dos EUA à ex-URSS, com consequente triplicação de seus preços.³⁴

O ano de 1973 trazia outros três eventos igualmente determinantes. O primeiro foi o golpe de estado no Chile, que esmagava a mais importante experiência de um governo popular democrático na América do Sul, reforçando o ciclo das ditaduras militares no Cone Sul, do Brasil e Bolívia (1964) à Argentina (1966 e 1976) e ao Uruguai (1973). O segundo elemento foi a derrota militar dos EUA no Vietnã, que obrigava Richard Nixon a negociar em Paris, neste ano, uma saída honrosa de suas tropas no país invadido. A ofensiva vietnamita iniciada em 1968 concluía-se em abril de 1975 com a humilhante e caótica retirada de Saigon, pondo fim ao mito da invencibilidade militar norte-americana. Esse evento traumático inaugurava nos EUA um

período de ressentimento, agravado pela invasão de sua embaixada no Irã em 1979 e por anos de estagflação (estagnação/recessão econômica + inflação) . Desse sentimento geral de desatino resultaria, enfim, o *Make America Great Again* (MAGA), lançado por Ronald Reagan em 1980, retomado por Bill Clinton em 1992 e martelado por Donald Trump em 2016,³⁵ bem como o controle por este último do *Grand Old Party*, “a mais perigosa organização em toda a história mundial”, no dizer de Noam Chomsky.³⁶ Ainda hoje, a retirada caótica das tropas norte-americanas do Afeganistão em julho de 2021 tem sido chamada, ainda que impropriamente, “a Saigon de Joe Biden”.³⁷

O terceiro evento determinante de 1973 foi o embargo do petróleo pelos 12 países da OPEP aos EUA e demais países que haviam apoiado Israel na guerra de Yom Kippur. O embargo elevou subitamente o preço do barril de US\$ 4,75 até setembro de 1973 a US\$ 37,42 em 1980 (de US\$ 21,08 a US\$ 111,30 em preços ajustados pela inflação).³⁸ Inaugurava-se a primeira depressão econômica do segundo pós-guerra. O embargo imposto pela OPEP coincidia com o declínio das reservas de petróleo convencional nos EUA em início dos anos 1970, tal como previsto por Marion King Hubbert em 1956. De fato, a produção de petróleo convencional nos EUA, que crescera à taxa de 7,9% ao ano desde os anos 1860, dobrando a cada período de 8,7 anos, atingiu finalmente seu pico em 1970 (10,2 milhões de barris de petróleo por dia),³⁹ vindo a declinar ao longo dos 35 anos subsequentes. A confluência desses dois fatos – embargo externo e declínio da abundância interna do petróleo convencional – fez com que, desde então, o preço do petróleo tenha oscilado sempre muito acima dos patamares anteriores a 1973, pondo um termo à breve era de energia barata e ilusoriamente ilimitada. Os diversos “milagres econômicos” criados pelos chamados “Trinta Anos Gloriosos”⁴⁰ do capitalismo chegavam ao fim. Mais que isso, a identificação do capitalismo – esse “vendaval perene de destruição criadora”⁴¹ – com a ideia mesma de progresso, professada por apólogos e críticos desse sistema econômico, entrava pela primeira vez em crise. Dessa crise de autoconfiança, surgia uma nova interrogação sobre o destino humano, que transparecia nas últimas páginas do livro de Arnold Toynbee (1889-1975), *Mankind and Mother Earth* (publicado postumamente em 1976):⁴²

“O conjunto de estados soberanos locais de nossos dias não é capaz de manter a paz, e também não é capaz de salvar a biosfera da poluição causada pelo homem ou de conservar os recursos naturais insubstituíveis da biosfera. (...) A humanidade assassinará a Mãe-Terra ou a redimirá? (...) Esta é a questão enigmática que agora confronta o Homem”.

Os fatos sucessivos são bem conhecidos: ao longo dos últimos 50 anos, cada decênio criou um planeta mais retrógrado em direitos sociais e mais degradado em todos os indicadores ecológicos, regressão acelerada pelo avanço desde os anos 1980 da globalização e da desregulação econômico-financeira. A percepção de recesso das agendas progressistas durante a chamada década Reagan-Thatcher não se afigura como algo evidente apenas retrospectivamente. Trata-se de um lugar-comum nas análises históricas, no imaginário e na produção literária e artística do período,⁴³ e estava bem presente já na resposta contemporânea da Comissão Internacional sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (WCED),⁴⁴ que gerou em 1987 o relatório *Nosso Futuro Comum*. Gro Harlem Brundtland apresentava nesse relatório o mais lúcido diagnóstico do estado e da tendência dominante das sociedades naqueles anos:⁴⁵

“Houve uma época de otimismo e progresso na década de 1960, quando havia maior esperança para a construção de um mundo melhor e para ideias internacionais progressistas. Colônias abençoadas com recursos naturais estavam se tornando nações. Os espaços de cooperação e compartilhamento pareciam ser seriamente buscados. Paradoxalmente, a década de 1970 derivou lentamente para um clima de reação e isolamento enquanto, ao mesmo tempo, uma série de conferências da ONU oferecia esperança de maior cooperação em questões importantes. A Conferência da ONU de 1972 sobre o Meio Ambiente Humano reuniu as nações industrializadas e em desenvolvimento para delinear os ‘direitos’ da família humana a um ambiente saudável e produtivo. Seguiu-se uma série dessas reuniões: sobre os direitos das

peças a uma alimentação adequada, a uma moradia bem construída, à água potável e a ter acesso aos meios de escolher o tamanho de suas famílias. A presente década tem-se caracterizado pelo recesso das preocupações sociais. Os cientistas chamam a atenção para problemas urgentes, mas complexos, que tratam de nossa própria sobrevivência: um planeta em aquecimento, ameaças à camada de ozônio, desertificação de terras agricultáveis”.

O estado das sociedades que Brundtland revelava em 1987 ganharia nos dois anos seguintes cores ainda mais sombrias na Conferência de Toronto sobre a Mudança da Atmosfera, com o depoimento de James Hansen ao Senado dos EUA acerca das mudanças climáticas e com o clássico *The End of Nature* (1989) de Bill McKibben.

1. A especificidade de nosso tempo

Ao longo do livro, voltarei mais detidamente ao passado. Essas considerações introdutórias eram necessárias apenas para propor um efeito de contraste entre aqueles anos e os nossos. O estado do planeta mostra-se hoje, 35 anos após o relatório Brundtland e 30 anos após a Conferência ECO-92 no Rio de Janeiro, incomparavelmente mais crítico e brutal. Mas o que permite compreender a especificidade de nosso tempo não é apenas uma diferença de grau em relação às crises das décadas finais do século XX. O estado atual das sociedades não é apenas mais grave. Ele difere *qualitativamente* desse passado recente e é preciso compreender bem em que consiste essa diferença.

Até o século XX, todo presente dispunha de uma gama relativamente ampla de escolhas para criar seus futuros, dentro, naturalmente, do universo de condicionantes que lhe impunha seu próprio passado. Lembremos mais uma vez a célebre reflexão com que Marx abre sua mais brilhante análise política, *O 18 Brumário de Luís Bonaparte*: “Os homens fazem a sua própria história, mas não a fazem segundo sua livre vontade; não a fazem sob circunstâncias de sua escolha e sim sob aquelas com que se defrontam diretamente, legadas e transmitidas pelo passado”. Isso era incontestavelmente verdadeiro até há pouco. Hoje, não mais. Não porque a tensão entre o presente e a carga do passado histórico, entre liberdade e necessidade, tenha deixado de existir, mas porque a relação entre esses dois termos se desequilibrou. O que caracteriza nosso tempo, após 70 anos de crescentes emissões de gases de efeito estufa (GEE), de poluição e destruição da natureza, é a minimização dessa liberdade de escolhas de futuro em face da maximização das condicionantes passadas. E isso por uma simples razão: o sistema Terra (vale dizer, as leis da física e da biologia) restringe hoje ao máximo o leque de possibilidades futuras da história humana. As sociedades passadas sempre puderam criar em grande medida seus futuros porque, ao longo dos últimos dez milênios (Holoceno): (1) não haviam destruído a biosfera numa intensidade capaz de interferir desastrosamente em seus equilíbrios em escala global; (2) puderam desfrutar da excepcional estabilidade do sistema climático durante toda essa época geológica que, não por acaso, coincide com o advento da agricultura, com a produção de excedente e, em suma, com a história de todas as civilizações. O sistema Terra era então apenas a moldura do drama histórico. Ele era, por assim dizer, uma premissa, um dado neutro, quando não benigno, e assim era percebido pelas sociedades. Catástrofes naturais ocorriam, é claro, por vezes com poder decisório sobre o destino de tal ou qual sociedade. Mas eram fatos excepcionais e, justamente por isso, o termo “catástrofe” designava um evento imprevisto e resolutivo no gênero específico da tragédia, não da história.

Hoje, ao contrário, o sistema Terra nada mais tem de uma moldura. Suas respostas à interferência antrópica excessiva em seus equilíbrios tornam-no, cada vez mais, um ator incontornável da trama histórica. A tendência atual, mantida a trajetória em que estamos, é que essas respostas ganhem em breve mais relevância do que as decisões tomadas pelas sociedades sobre seu próprio destino. E eis o mais crucial: essa tendência já se tornou, em crescente

medida, *irreversível*. Por irreversível entenda-se, antes de mais nada, que o sistema climático continuará a se aquecer, os desvios das médias meteorológicas e os eventos meteorológicos extremos – secas, inundações, furacões etc. – continuarão a se intensificar, as geleiras continuarão a se retrair e o nível do mar continuará a se elevar numa velocidade maior que a do século XX.⁴⁶ Na realidade, muito maior, porque estão em aceleração. Também a degradação da biosfera apresenta agora sinais de irreversibilidade. A fulminante antropização de mais de 70% dos habitats planetários⁴⁷ condena agora um sem número de espécies à extinção a uma velocidade dezenas, centenas ou milhares de vezes maior do que a indicada pelos registros fósseis. A teia da vida de que dependemos existencialmente continuará, portanto, a se esgarçar. No que se refere à poluição, os bilhões de toneladas de plástico e demais substâncias tóxicas industriais de longa duração já despejadas na natureza continuarão a nos adoecer e a nos matar, bem como a inúmeras outras espécies, por muitos e muitos anos. Corey Bradshaw e colegas sublinham “a quase certeza de que esses problemas irão se agravar nas próximas décadas, com impactos negativos nos próximos séculos”.⁴⁸ Conclusão: um futuro pior tornou-se agora inevitável, quaisquer que sejam nossas escolhas. É exatamente isso que define, e de modo tão contrastante com o passado, a especificidade de nosso tempo.

Tenhamos a honestidade de dizê-lo sem rodeios: nossas opções são entre um futuro pior e um futuro terminal. Um futuro pior é inevitável, mas ações políticas imediatas no sentido de atenuar a piora redundarão em possibilidades crescentes de reversão de tendências, de atenuação dos impactos, de adaptação e, portanto, de sobrevivência. Se conseguirmos entender isso e agir coletivamente em sintonia com esse entendimento, um futuro melhor pode se descortinar para nós e para a vida no planeta no outro lado desse gargalo. Teremos aprendido com o erro e há uma chance ainda considerável de que isso ocorra porque somos uma espécie com uma singular capacidade de aprendizado.

Se, por outro lado, a presente trajetória não se alterar significativamente no presente decênio, se continuarmos a viver na ilha da fantasia do “crescimento sustentável”, o que teremos será o que a ciência há decênios vem predizendo com precisão: um futuro no qual os impactos serão cada vez maiores e mais sistêmicos, tornando nossas possibilidades de adaptação cada vez menores. Para nós e para tantas outras espécies, em suma, um mundo terminal. Nossa estreitíssima margem de escolhas neste decênio resume-se a esta bifurcação e é ela que define nosso destino. É ela que motiva e dá sentido não apenas a este livro, mas a toda ação humana ciente de sua condição contemporânea. Compenetrar-se dessa nova realidade supõe compreender a dinâmica e as devidas implicações de quatro dossiês fundamentais que se reforçam reciprocamente e que serão discutidos no decorrer deste livro: (1) a aniquilação da biodiversidade, (2) a emergência climática, (3) os níveis pandêmicos de adoecimento (físico e mental) e de mortes prematuras pela poluição químico-industrial e (4) os níveis aberrantes e crescentes de desigualdade, causa maior do agravamento dos três primeiros dossiês. Oito dos onze capítulos deste livro tratarão destes quatro dossiês.

2. O essencial do que é preciso compreender sobre o colapso socioambiental em curso

O título do relatório de 2019 do Institute for Public Policy Research (IPPR), de Londres, chama corajosamente nossa época pelo seu nome: “a idade do colapso ambiental” (*the age of environmental breakdown*).⁴⁹ Eis o essencial do que é preciso compreender sobre o colapso socioambiental em curso:

1. O colapso ambiental não é um evento com data marcada para ocorrer. Trata-se do processo em que estamos.⁵⁰ Esse processo é sutilmente pontuado por sucessivos estágios de agravamento em intensidade, amplitude e frequência de suas manifestações e impactos. Mais importante que tudo: embora gradual, essa sucessão de estágios se caracteriza por sua

aceleração e por evoluir de modo não linear (e tendencialmente exponencial), condicionada que é por inúmeras alças de retroalimentação. Disso decorre a certeza de que, mantida a atual trajetória, a situação das sociedades ao final deste decênio será (muito) mais crítica do que em seu início.

2. A principal implicação dessa aceleração é que o tempo se torna, aos poucos, a principal variável na avaliação dos riscos. O tempo tornou-se, hoje, nosso maior inimigo. Como afirmado na seção precedente, a especificidade de nosso tempo reside, justamente, na nossa decrescente capacidade de mitigar os crescentes desequilíbrios dos sistemas físicos e biológicos. De onde se conclui que, *na ausência de mudança radical e imediata, ou de curtíssimo prazo, de trajetória*, as ações humanas voltadas para a reversão desse processo precisarão ser cada vez mais radicais e serão cada vez menos efetivas, até se tornarem, se continuarem a ser retardadas, quase irrelevantes.

3. Mudar nossa trajetória de colapso requer não apenas parar de destruir a natureza agora, mas se empenhar em reconstruir, na medida do possível, o que foi destruído desde ao menos os anos 1950. Se os últimos 70 anos foram os anos da “Grande Aceleração”, ou seja, da “Grande Destruição”, os próximos decênios terão de ser os da “Grande Restauração”.⁵¹ É preciso apostar que isso ainda é possível. Essa aposta é, contudo, razoável se, e somente se, como indivíduos e como sociedade globalmente organizada reagirmos com presteza e à altura do que exige agora a emergência climática e demais emergências socioambientais.

Fala-se hoje muito, mais que nunca, em emergência climática e em outras emergências. O problema é que, à força de repeti-la, a expressão perde seu significado. Uma definição formalizada desse estado generalizado de emergência(s) foi proposta por Timothy Lenton e colegas da seguinte maneira:⁵²

“Definimos emergência (E) como o produto da multiplicação do risco pela urgência. O risco (R) é definido pelas seguradoras como probabilidade (p) multiplicada pelo dano (D). Urgência (U) é definida em situações de emergência como o tempo de reação a um alerta (τ) dividido pelo tempo de intervenção restante para evitar um mau resultado (T). Assim: $E = R \times U = p \times D \times \tau / T$. A situação é uma emergência se o risco e a urgência forem altos. E se o tempo de reação for maior que o tempo de intervenção ainda restante ($\tau / T > 1$), perdemos o controle”.

O risco é altíssimo porque a probabilidade é crescente e o dano ainda maior. O tempo de reação restante é exíguo, já que estamos na iminência de ultrapassar perdas de biodiversidade e desequilíbrios climáticos irreversíveis. E é justamente porque o tempo de reação das sociedades não pode ser maior que o tempo requerido para uma intervenção robusta e à altura da gravidade da situação, que o presente decênio é decisivo. Ele o é porque nos próximos dez anos as sociedades têm ainda o potencial de determinar as condições em que os jovens de hoje e as gerações futuras poderão (ou não) viver neste planeta, nosso único hábitat possível.⁵³

Dito de modo ainda mais direto, tudo depende agora da política. Não mais da economia, como se discutirá em detalhe no capítulo 10. Tudo depende de entendermos que a esfera da economia perdeu a hegemonia que o mundo contemporâneo lhe conferiu. O grau de radicalidade política das mudanças que as sociedades se mostrarem aptas a realizar nos próximos anos é o fator decisivo que moldará duradouramente seu destino e o de inúmeras outras espécies. É preciso reconhecer o abismo intransponível entre as mutações civilizacionais exigidas ao longo deste decênio e os discursos “verdes” dos governantes, dos gestores da economia globalizada e de seus acadêmicos. Não se trata de reduzir esses discursos a retóricas hipócritas. É óbvio que são hipócritas, ao menos em sua esmagadora maioria. Mas o problema não reside na maior ou menor sinceridade dos que os enunciam. O problema reside na incapacidade desses discursos de se traduzirem em mudanças efetivas, e isso por três razões: (1) os Estados carecerem de poder mandatário sobre a rede corporativa e mesmo não se distinguem mais dos interesses

dessa rede; (2) a dinâmica inerentemente expansiva do sistema econômico globalizado é incompatível com uma economia da sobriedade, a única capaz de transitar rapidamente para outro sistema energético e outro sistema alimentação, e finalmente (3) a ordem jurídica internacional, baseada no axioma da soberania absoluta dos Estados nacionais, perpetua a lógica concorrencial que predomina nas relações entre esses Estados.

3. A dificuldade de apreender intuitivamente as dinâmicas de aceleração

Para entender melhor essa incapacidade de mudança, ao menos nos prazos necessários para evitar o pior, convém ainda uma palavra sobre as dinâmicas de aceleração. Pensar que mudanças políticas radicais em uma década não são imprescindíveis, ou não são factíveis, revela incompreensão sobre a natureza da dinâmica de aceleração. Na nova época geológica iniciada na segunda metade do século XX, o Antropoceno,⁵⁴ a atividade humana tornou-se a variável mais importante nas dinâmicas do sistema Terra, não apenas por sua mudança de escala, mas também e sobretudo pela velocidade crescente dessa mudança, isto é, por sua *aceleração*. Antropoceno e aceleração tornaram-se termos praticamente intercambiáveis. O programa de pesquisas dedicadas às mudanças globais – Global Change International Geosphere-Biosphere Programme – IGBP⁵⁵ – demonstrou em sua síntese de 2004 a emergência de uma “Grande Aceleração” a partir de 1950, considerado o período 1750-2000. Eis a síntese de seus resultados:⁵⁶

“A segunda metade do século XX é única em toda a história da existência humana na Terra. Muitas atividades humanas alcançaram pontos de decolagem em algum momento do século XX e se aceleraram fortemente no final do século. Os últimos 50 anos testemunharam, sem dúvida, a mais rápida transformação da relação humana com o mundo natural na história da humanidade”.

Essa transformação vertiginosa nas relações entre os humanos e o mundo encontrou seu ícone nos 24 indicadores em interação (12 indicadores socioeconômicos e 12 relativos a mudanças antropogênicas no sistema Terra), atualizados em 2015 por Will Steffen e colegas⁵⁷ até 2010. Como afirmam os autores desse trabalho seminal: “É difícil superestimar a escala e a velocidade das mudanças. No intervalo de tempo de duas gerações – ou o tempo de uma única vida – a humanidade (ou até pouco tempo uma pequena fração dela) tornou-se uma força geológica em escala planetária”.⁵⁸

A dificuldade de apreender intuitivamente as implicações da “Grande Aceleração” em curso reside no hábito de prefigurar o futuro a partir das experiências e das métricas do passado. Nada, contudo, pode ser mais enganoso para o senso comum do que uma dinâmica de aceleração, sobretudo quando se levam em conta as respostas não lineares do sistema Terra ao aumento e ao acúmulo de perturbações antropogênicas. Tomemos, por exemplo, a elevação do nível do mar. No período 1900-1930, a taxa média de elevação do nível do mar era de 0,6 mm por ano. Entre 2014 e 2017, o nível do mar se elevou em média 5 mm por ano e em 2019 ele se elevou 6,1 mm em relação a 2018.⁵⁹ Em apenas um século, portanto, a rapidez da elevação do nível do mar mais que decuplicou. Isso significa que, na média, a cada 33 anos essa rapidez duplicou, passando de 0,6 mm, para 1,2 mm, 2,4 mm e para 4,8 mm. E estamos em via de duplicá-la mais uma vez, talvez antes dos próximos 33 anos. Isso se chama um crescimento exponencial, um tipo de dinâmica que nossa intuição tem dificuldade de apreender em nossa experiência cotidiana. Em 2011, James Hansen e Makiko Sato mostravam a magnitude assombrosa de um provável aumento exponencial do nível do mar neste século.⁶⁰

“Conforme o aquecimento aumenta, o número de rios de gelo a contribuir para a perda de massa aumentará, contribuindo para uma resposta não linear, melhor caracterizada por um aumento exponencial do que por um aumento linear. Hansen (2007) sugeriu que um tempo de duplicação

a cada 10 anos era plausível, e indicou que tal tempo de duplicação, a partir de uma contribuição do manto de gelo de 1 mm por ano para o nível do mar na década de 2005-2015, levaria a cumulativos 5 metros de aumento do nível do mar em 2095”.

Em 2016, os mesmos autores, ao lado de outros colegas, reafirmaram com mais dados os resultados de sua análise:⁶¹

“Nossa hipótese é que a perda de massa do gelo mais vulnerável, suficiente para aumentar o nível do mar em vários metros, aproxima-se melhor de uma resposta exponencial do que de uma resposta linear. Tempos de duplicação de 10, 20 ou 40 anos produzem aumentos de vários metros no nível do mar em cerca de 50, 100 ou 200 anos”.

A elevação do nível do mar tornou-se irreversível. Já em seu Terceiro Relatório de Avaliação, há pouco mais de 20 anos (AR3 2001), o IPCC afirmava: “projeta-se que o nível do mar continuará a se elevar por muitos séculos”.⁶² O IPCC, é verdade, não tem integrado a hipótese de um aumento exponencial de Hansen e colegas em suas projeções de elevação do nível do mar. Mas em apoio a ela, Mohsen Taherkhani e colegas mostram que “as probabilidades de inundações extremas [na linha costeira] dobram aproximadamente a cada cinco anos no futuro”.⁶³ Paul Voosen reporta previsões segundo as quais quando os níveis do mar aumentarem 25 cm acima dos níveis de 2000, o que pode ser atingido já em 2040, inundações da linha costeira que ocorrem uma vez por século podem ocorrer anualmente.⁶⁴ Scott Kulp e Benjamin Strauss, do Climate Central, projetam, enfim, que cerca de 300 milhões de pessoas em seis países da Ásia vivem hoje em terrenos que serão inundados durante as marés altas em meados do século XXI, algo impensável poucos anos atrás.⁶⁵ Como afirmam Robert DeConto e David Pollard: “Hoje estamos medindo a elevação do nível do mar em milímetros por ano. Falamos de um potencial para medi-la em centímetros por ano apenas em decorrência do degelo da Antártida”.⁶⁶ Apenas pelo degelo da Antártida, o nível médio do mar pode subir dezenas de centímetros ainda neste século. A fratura iminente do Thwaites, o maior glaciar do mundo (flutuante sobre o mar de Amundsen na Antártida Ocidental), desobstruirá o caminho para o mar de imensas quantidades de gelo continental. Segundo Erin Pettit, “se a plataforma de gelo oriental de Thwaites colapsar, o gelo nesta região poderá fluir até três vezes mais rápido para o mar. E se a geleira desabar completamente, ela aumentará o nível do mar em 65 centímetros”.⁶⁷ Na Antártida Oriental, onde ainda há pouco não se detectava degelo e havia mesmo aumento do gelo marítimo,⁶⁸ o colapso recente da plataforma de gelo Conger em meados de março de 2022, sob o impacto de temperaturas até 40°C acima da média histórica, marca o primeiro colapso de uma geleira nessa região mais fria do continente e é outro signo do que está por vir.⁶⁹ Tudo o que é possível fazer agora é desacelerar ao máximo esse processo, antes que ele salinize deltas e aquíferos, destrua as praias e, em geral, os ecossistemas costeiros, torne inabitável muitas cidades e ameace as usinas nucleares. Isso só será possível se as sociedades priorizarem o desmatamento zero e a descarbonização da economia, em suma, se priorizarem a redução das concentrações atmosféricas de GEE. Ocorre que, por enquanto, essas concentrações estão aumentando aceleradamente.

A velocidade crescente do aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ fornece outro exemplo didático da dificuldade de compreender os desdobramentos das dinâmicas de aceleração. Guy Stewart Callendar mal podia imaginar o alcance do que escreveu em 1939: “É um lugar-comum a afirmação de que o homem é capaz de acelerar os processos da Natureza (...). O homem está agora mudando a composição da atmosfera a uma taxa que deve ser excepcional na escala do tempo geológico”.⁷⁰ Isso, repita-se, em 1939! Hoje, como afirmava em 2017 Pieter Tans, “a taxa de crescimento das concentrações de CO₂ na atmosfera na última década ocorreu 100 a 200 vezes mais rapidamente do que a Terra experimentou durante a transição da última idade do gelo [cerca de 15.000 a 11.700 anos antes do presente]. Esse é um

choque real para a atmosfera”.⁷¹ Em 2020, uma declaração da Geological Society of London reconhece a singularidade dessa aceleração na escala do tempo geológico:⁷²

“A velocidade atual da mudança de CO₂ induzida pelo homem e do aquecimento é, por assim dizer, sem precedentes em todos os registros geológicos, com a única exceção conhecida do evento meteorítico instantâneo que causou a extinção dos dinossauros não aviários há 66 milhões de anos.”

Matthias Aengenheyster e colegas expressam o mesmo consenso científico ao afirmarem que “o sistema Terra está atualmente em um estado de rápido aquecimento, sem precedentes mesmo nos registros geológicos”.⁷³ E mais uma vez estamos diante de uma dinâmica de aceleração: entre 1960 e 1969, o aumento do CO₂ atmosférico havia evoluído à taxa média anual de 0,85 partes por milhão (ppm).⁷⁴ Nos seis anos entre 2015 e 2020, elas aumentaram à taxa média anual de 2,55 ppm.⁷⁵ A velocidade do aumento dessas concentrações, portanto, triplicou em apenas meio século. Já em 2013, quando as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono haviam atingido 395 ppm, sua taxa de aumento era considerada sem precedentes nos últimos 55 milhões de anos.⁷⁶ Em abril de 2021, elas atingiram 421,2 ppm, as mais altas dos últimos três milhões de anos, sendo que as concentrações típicas do Holoceno (11.700 atrás até 1950) não excediam 280 ppm. Como bem diz Ken Caldeira: “Estamos recriando o mundo dos dinossauros cinco mil vezes mais rápido”.⁷⁷ Isso significa que a escala de tempo geológico colapsou na escala do tempo histórico de poucas décadas. Em termos de nossa capacidade de perturbar coordenadas cruciais do sistema Terra, dez anos de nossa história presente equivalem agora, por assim dizer, a séculos de nossa história pregressa.

4. Até 2030: o consenso científico sobre o caráter decisivo deste decênio

Tudo o que foi precedentemente afirmado sobre a especificidade de nosso tempo, sobre a caracterização do processo de colapso em curso e sobre a dificuldade de apreender intuitivamente as dinâmicas de aceleração permite compreender melhor o alcance da frase de Will Steffen, citada em epígrafe. Ela resume a situação da humanidade hoje: “Estamos agora numa bifurcação. Não teremos outra década para hesitar como fizemos na década passada”.

Aos que ainda continuam a se fiar em mudanças incrementais, em responsabilidade corporativa, em mercados de carbono ou em balas de prata tecnológicas, a afirmação precedente parecerá, à primeira vista, descabida, pois não a vemos refletida na pauta das negociações diplomáticas, nos programas partidários, nos currículos escolares e universitários, nas análises políticas e no receituário dos economistas. Malgrado os esforços da coalização jornalística *Covering Climate Now*, criada em 2019,⁷⁸ os jornais em geral não a estampam em suas manchetes (ressalte-se, de resto, que nenhum veículo da imprensa convencional brasileira aderiu a essa coalizão). Os eleitores em sua esmagadora maioria, enfim, desconhecem (ou preferem ignorar) a iminência do caos e, em todo o caso, não orientam suas escolhas políticas pela percepção de que este decênio oferece a última oportunidade para se desviar da trajetória de um planeta crescentemente inabitável. Escapa ainda às sociedades em geral a percepção da iminência de seu desastre. Nem mesmo a maior parte dos atores engajados nas campanhas e debates em torno dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável ou da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) se reconhecem hoje num veredito tão extremo. E, no entanto, ele exprime um consenso científico bem estabelecido. O que se pretende mostrar no que segue é a força desse consenso, bem como a resistência que lhe opõe a lógica do sistema econômico vigente, defendida por seus ideólogos, que poderíamos agrupar sob o termo de “gradualistas”.

Há mais de 50 anos a comunidade científica vem se mobilizando para comunicar às sociedades a inviabilidade crescente do regime energético-alimentar vigente, imposto pela economia da acumulação. As primeiras manifestações da comunidade científica em 1972 – os já citados *Only*

One Earth, Blueprint for survival e *The Limits to Growth* –, bem como a “Advertência dos Cientistas do Mundo à Humanidade”, de 1992,⁷⁹ eram apenas os primeiros passos dessa mobilização, que dá um salto de radicalidade no segundo decênio do século XXI. Em 2013, Anthony Barnosky e colegas publicaram o “Consenso Científico sobre a Manutenção dos Sistemas de Sustentação da Vida da Humanidade no Século XXI: Informação aos Formuladores de Políticas” (*Scientific Consensus on Maintaining Humanity’s Life Support Systems in the 21st Century: Information for Policy Makers*), endossado por mais de 3.700 assinaturas.⁸⁰ Em 2017, 2020 e 2021, William Ripple e colegas publicaram três advertências sobre a emergência ambiental e climática, subscritos por dezenas de milhares de cientistas de mais de 180 países.⁸¹ Em 2021, seus signatários afirmam:⁸²

“Há um surto sem precedentes de desastres relacionados ao clima desde 2019, incluindo inundações devastadoras na América do Sul e no Sudeste Asiático, recordes avassaladores de ondas de calor e incêndios florestais na Austrália e no oeste dos EUA, uma temporada extraordinária de furacões no Atlântico e ciclones destruidores na África, Sul da Ásia e Pacífico Ocidental. Há também crescente evidência de que estamos nos aproximando ou já cruzamos pontos de inflexão associados a elementos críticos do sistema Terra, incluindo as camadas de gelo da Antártida Ocidental e da Groenlândia, recifes de coral tropicais e a floresta amazônica. Dados esses desenvolvimentos alarmantes, precisamos de atualizações rápidas, frequentes e facilmente acessíveis sobre a emergência climática”.

Os dois mais importantes coletivos científicos da atualidade, o IPBES⁸³ e o IPCC,⁸⁴ trabalham em conjunto para fornecer essas atualizações e ampliar a consciência do caráter decisivo do momento atual. Em junho de 2021, um workshop conjunto do IPBES e do IPCC ressalta um fato de importância transcendental:⁸⁵

“Em cenários de aquecimento associados a pouco sucesso na mitigação do clima (RCP 8.5), projeta-se uma ruptura abrupta da estrutura, função e serviços ecológicos nos sistemas marinhos tropicais até 2030, seguida pela ruptura das florestas tropicais e pelos sistemas de mais alta latitude até 2050” (nesta e demais citações, os itálicos são acrescidos para ressaltar a questão discutida nesta seção: o consenso científico sobre o caráter crucial deste decênio).

Analisando esse processo de fulminante degradação dos ecossistemas oceânicos, Sylvia Earle, ex-cientista chefe da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), reitera o prognóstico deste workshop IPBES-IPCC:⁸⁶

“Eis onde estamos agora. Eis os próximos 10 anos, com essa nova consciência dos problemas que criamos para nós mesmos, e 2020 deveria ter sido o grande alerta. Nós, humanos, temos que dar ouvidos às leis da natureza e enfrentar a realidade de que estamos causando nossa própria desgraça.”

A ONU proclamou a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030) (*Decade of Ocean Science for Sustainable Development*) numa tentativa de “reverter o ciclo de declínio da saúde dos oceanos”.⁸⁷ Para tanto, outro coletivo científico, o IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission), criado em 1960 e coordenado pela UNESCO, lançou o Plano de Implementação da Década do Oceano, cuja função é propor “a ciência que precisamos para o oceano que queremos”.⁸⁸

“À medida que o mundo enfrenta desafios globais, como a pandemia de COVID-19, as mudanças climáticas e a erosão da biodiversidade, há poucas dúvidas de que nossa saúde e bem-estar dependem da saúde e da resiliência dos ecossistemas oceânicos. Devemos tomar medidas para protegê-los agora”.

Também para Johan Rockström, diretor do Potsdam Institute for Climate Impact Research, a perda atual de biodiversidade é tão fulminante, que não se pode falar sequer de um prazo tão curto quanto um decênio para revertê-la.⁸⁹

“Estamos em um ponto tão perigoso no que se refere à perda de espécies e à destruição de ecossistemas na Terra que temos que deter a queda da biodiversidade tão cedo quanto possível. É chegado o momento de estabelecer perda zero de biodiversidade como meta em 2021 ou 2022, em suma, *no início deste decênio*. Perda zero de natureza a partir de agora seria o equivalente a um 1,5°C como aquecimento máximo permitido.”

Esta avaliação ecoa a de Robert Watson. Em uma conferência de imprensa em 2018, o ex-diretor do IPBES denuncia as políticas dilatórias no combate à predação da biosfera:⁹⁰

“O tempo para a ação era ontem ou anteontem. Os governos reconhecem que temos um problema. Agora precisamos de ação, mas infelizmente a ação que temos não está no nível requerido. Precisamos agir para deter e reverter o uso insustentável da natureza ou correr o risco não apenas de não termos o futuro que queremos, mas de não termos as vidas que levamos atualmente.”

Em 2021, a International Coral Reef Society (ICRS), em colaboração com o Future Earth Coast, o PNUMA e o International Coral Reef Initiative, lançaram o relatório *Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge*. A mensagem central deste documento é clara: a sobrevivência dos corais depende claramente do que se fizer neste decênio: “*O próximo ano e década provavelmente oferecem a última chance para entidades internacionais, regionais, nacionais e locais para mudar a trajetória dos recifes de coral, do colapso global a uma recuperação lenta, mas constante*”.⁹¹ É importante entender o que está em jogo aqui. “Embora cubram menos de 0,1% do leito oceânico, os recifes de corais abrigam mais de um quarto de todas as espécies de peixes marinhos, além de muitas outras espécies de animais marinhos”, afirma a IUCN, que adverte que 33% deles, globalmente, podem ser considerados ameaçados ou criticamente ameaçados.⁹² Na abertura da 47ª reunião do G7, no Reino Unido, em junho de 2021, foi a vez de David Attenborough soar o alarme sobre a última janela de oportunidade que o presente decênio ainda oferece.⁹³

“O mundo natural hoje está muito diminuído. Isso é inegável. Nosso clima está esquentando rapidamente. Não há dúvida a respeito. Nossas sociedades e nações são desiguais, e isso é tristemente evidente. Mas a questão que a ciência nos força a abordar especificamente em 2021 é se em decorrência da combinação desses fatos estamos prestes a desestabilizar todo o planeta. Se é assim, então as decisões que fizermos *nesta década* – em particular as decisões feitas pelas nações economicamente mais avançadas – são as mais importantes da história da humanidade”.

Em 31 de Outubro de 2021, em seu discurso proferido na seção de abertura da COP26, David Attenborough elevou ainda mais o tom: “É assim que nossa história deve terminar? Uma história da espécie mais inteligente condenada por sua característica demasiado humana de não conseguir ver a realidade mais ampla na busca de objetivos de curto prazo? (...) Precisamos deter as emissões de carbono *nesta década*.”⁹⁴

Se alguém ainda vê hipérboles nessas afirmações, convém que preste atenção na linguagem empregada pelos cientistas do IPCC em seus relatórios e declarações recentes. Ao apresentar em 2018 o Relatório Especial do IPCC sobre o aquecimento global de 1,5°C (SR1.5 2018), Debra Roberts⁹⁵ sublinhava a dimensão histórica transcendental dessa data: “As decisões que fizermos hoje são críticas para assegurar um mundo seguro e sustentável para todos, agora e no futuro. (...) *Os próximos poucos anos* serão provavelmente os mais importantes de nossa história”.⁹⁶ No Prefácio desse Relatório, Petteri Taalas, secretário-geral da Organização Meteorológica Mundial (OMM), e Joyce Msuya, diretora-executiva do Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PMUMA), afirmam:⁹⁷

“Sem uma crescente e urgente ambição de mitigação *nos próximos anos*, com uma queda acentuada nas emissões de gases de efeito estufa *até 2030*, o aquecimento global ultrapassará

1,5°C nas décadas seguintes, levando à perda irreversível dos ecossistemas mais frágeis e a crises após crises para as pessoas e sociedades mais vulneráveis”.

Como veremos nos capítulos 5 a 7, esse patamar de 1,5°C será ultrapassado, provavelmente, já no presente decênio. Uma pesquisa publicada por Will Steffen em 2018, à frente de uma equipe de outras 15 lideranças científicas, enfatiza como a trajetória do sistema Terra pelos próximos milênios depende das decisões tomadas nos anos 2020 e 2030:⁹⁸

“As tendências e decisões sociais e tecnológicas que ocorrerão *na próxima década* [2021-2030], ou nas próximas duas décadas, podem influenciar significativamente a trajetória do sistema Terra por dezenas a centenas de milhares de anos e potencialmente levar a condições que se assemelham a estados planetários vistos pela última vez há milhões de anos atrás, condições que seriam inóspitas para as sociedades humanas atuais e para muitas outras espécies contemporâneas”.

Para Johan Rockström, co-autor do trabalho acima citado, o presente decênio tornou-se o tema central de um sem número de manifestações. Em um *TED Talk* (2020), intitulado justamente “Dez anos para transformar o mundo”, ele afirma:⁹⁹

“Em outro *Ted Talk*, dez anos atrás, falei sobre os limites planetários que mantinham o planeta num estado em que a humanidade podia prosperar. (...) Pensávamos realmente, então, ter mais tempo. Os alertas estavam acesos, claro, mas ainda não se desencadeara nenhuma mudança irreversível. Desde então, há crescente evidência de estarmos rapidamente nos distanciando de uma zona de segurança para a humanidade na Terra. O clima atingiu um ponto crítico global. (...) Corremos o risco de cruzar pontos de inflexão (*tipping points*) que levarão o planeta a deixar de ser nosso melhor amigo resiliente, amortecendo nossos impactos, para começar a trabalhar contra nós, amplificando o aquecimento. Pela primeira vez, somos forçados a considerar que há um risco real de desestabilizar o planeta inteiro. (...) É preciso que *os próximos dez anos, até 2030*, vejam a mais profunda transformação que o mundo jamais conheceu. Essa é nossa missão. Essa é a contagem regressiva.”

Rockström voltou à carga em 2021 no já citado documentário:¹⁰⁰

“A partir da evidência que temos hoje, minha conclusão é que o que fizermos *entre 2020 e 2030* será decisivo para o futuro da humanidade na Terra. O futuro não está determinado. O futuro está em nossas mãos. O que acontecerá no próximo século será determinado pelo modo como jogarmos nossas cartas *neste próximo decênio*”.

Acerca da necessidade de reduzir as emissões de GEE pela metade até 2030 em relação aos níveis de 2010, Alok Sharma, presidente da COP26, adotou a mesma linguagem: “Este é nosso momento. Esta é *a década decisiva*. Se não conseguirmos isso exatamente agora, receio que as coisas ficarão muito sombrias para as gerações futuras. Não temos 30 anos, temos na realidade *menos de 10 anos* para acertar”.¹⁰¹ Sharma ecoava em junho de 2021 a advertência de Sir David King, conselheiro científico chefe do governo britânico (2000-2007) e Representante Especial para as Mudanças Climáticas desse governo entre 2013 e 2017. Em outubro de 2018, por ocasião do Clean Growth Innovation Summit, ele se referiu ao terceiro decênio do século como o momento divisor de águas em todo o arco da civilização humana:¹⁰² “A humanidade está diante do mais sério desafio de sua história. (...) O tempo não está mais do nosso lado. O que continuarmos a fazer ou inovarmos e o que planejarmos fazer *nos próximos 10 ou 12 anos* determinará o futuro da humanidade nos próximos dez mil anos”.

A mesma mensagem nos chega de Kathleen Dean Moore, da University of Oregon, em sua intervenção em favor do apelo coletivo lançado por William Ripple e colegas em 2017:¹⁰³ “Estamos vivendo um momento de inflexão. Os *próximos poucos anos* serão os mais importantes anos da história da humanidade”.¹⁰⁴ Dois artífices do Acordo de Paris, Christiana Figueres e seu assessor político, Tom Rivett-Carnac, publicaram em 2020 um livro de grande

impacto, *The Future We Choose. Surviving the Climate Crisis*, cuja introdução tem por título, como já esperado, “A Década Crítica”. Duas datas – 2030 e 2050 – resumem seu teor:¹⁰⁵

“Até 2050, no mais tardar, e idealmente até 2040, teremos que ter cessado de emitir mais gases de efeito estufa [GEE] na atmosfera do que a Terra pode absorver naturalmente através de seus ecossistemas (um equilíbrio conhecido como emissões líquidas zero ou neutralidade de carbono). Para atingir essa meta cientificamente estabelecida, nossas emissões globais de GEE devem estar claramente em declínio no início dos anos 2020 e reduzidas em ao menos 50% até 2030. A meta de reduzir as emissões pela metade até 2030 representa o mínimo absoluto a ser alcançado se quisermos ter pelo menos 50% de chances de proteger a humanidade dos piores impactos. *Estamos na década crítica*. Não é exagero dizer que o que fizermos em relação às reduções de emissões até 2030 determinará a qualidade da vida humana neste planeta por centenas de anos, se não mais. Se não reduzirmos nossas emissões pela metade até 2030, é altamente improvável que consigamos reduzir as emissões pela metade a cada década, até chegarmos a zero líquido em 2050”.

O manifesto sobre a emergência climática lançado em 2018 por 700 cientistas franceses reafirma o quanto o longo prazo depende crucialmente do curto prazo:¹⁰⁶

“Apenas mudanças imediatas e engajamentos a curto prazo, no âmbito de objetivos claros e ambiciosos *no horizonte de 2030*, podem nos permitir enfrentar o desafio climático. Este nos ensina que o longo prazo depende de decisões a curto prazo, os quais permitirão às gerações futuras não precisar se resignar ao pior.”

Toby Ord é igualmente certo ao observar que a ausência atual de radicalidade no combate à emergência climática pode implicar um círculo vicioso de aquecimentos futuros, capazes de destruir o potencial da humanidade:¹⁰⁷

“Contrariamente a muitos outros riscos avaliados, a preocupação central aqui [*i.e.*, a emergência climática] não é a possibilidade de encontrar nosso fim neste século, mas sim que nossas ações agora podem tornar inevitável esse desastre no futuro. Se for assim, podemos já estar vivendo o tempo de nossa catástrofe existencial – o tempo no qual o *potencial* da humanidade é destruído. Se há uma séria chance de que isso ocorra, então a ameaça das mudanças climáticas pode ser ainda mais importante do que lhe é tipicamente reconhecido.” (itálicos do autor)

Seria de pouco proveito alinhar ainda outras citações de cientistas e coletivos científicos pois a percepção de que estamos no decênio decisivo de nossa história é, além de consensual na comunidade científica, já largamente compartilhada por protagonistas do sistema político global e do mundo corporativo (ao menos em seus discursos...). Particularmente atento à ciência, o secretário-geral da ONU, António Guterres, adverte incessantemente sobre a necessidade de cessar “a guerra contra a natureza”. Em seu discurso proferido na seção inaugural da COP26, Guterres denunciou o gradualismo prevaiente e martelou com nova força a necessidade de reduzir as emissões globais de GEE em 45% até 2030, no contexto de um discurso sobre a extinção dos humanos:¹⁰⁸

“É hora de dizer basta! Basta de brutalizar a biodiversidade! Basta de nos matar com carbono; basta de tratar a natureza como uma latrina; basta de queimar, perfurar e minerar para nos afundar ainda mais nesse caminho! Estamos cavando nossas próprias sepulturas. (...) Os anúncios recentes de mitigação podem dar a impressão de estarmos a caminho de mudar as coisas. Isso é uma ilusão”.

5. Um abismo separa o capitalismo das políticas de sobrevivência

Se alguém ainda tem dúvidas sobre o caráter decisivo deste decênio para o destino de nossas sociedades, os dados coligidos e as análises propostas ao longo deste livro bastarão, espero, para dissipá-las. Isso posto, meu propósito maior aqui não é apenas sublinhar o fato de estarmos

vivendo o momento mais crucial da história da humanidade. É também, e sobretudo, dar maior visibilidade e sublinhar a convergência entre esse ensinamento da ciência e o dos movimentos sociais, sobretudo dos jovens, dos povos originários, dos pequenos e médios agricultores da agroecologia, dos vegetarianos, dos negros e das feministas pelo clima, das periferias das grandes cidades e, em geral, dos setores mais espoliados, estigmatizados e marginalizados das sociedades. Esses não são “setores” sociais, são a grande maioria da população humana, mas são também os “invisíveis”, os que os algoritmos dos mercados e das redes desconsideram por não existirem como consumidores. São, é claro, as primeiras vítimas do mundo degradado pela mercadoria (como tratado no capítulo 8, seção 8.2), mas justamente por olharem de fora esse mundo que os ignora é que têm algo de único a ensinar. Eis o núcleo desse ensinamento: o capitalismo globalizado (e isso inclui as sociedades que se qualificam como socialistas) é incompatível: (1) com a estabilidade do sistema climático; (2) com a salvaguarda da biodiversidade; (3) com um sistema produtivo e alimentar de baixo impacto ambiental; (4) com a saúde física e mental dos organismos; (5) com a imprescindível minimização da geração de resíduos; (6) com a diminuição da desigualdade e (7) com uma governança política global, pacífica e democrática. Demonstrar por todas as formas possíveis a incompatibilidade constitutiva entre o capitalismo e essas sete condições de possibilidade de nossa sobrevivência é o objetivo de cada página deste livro.

O que importa por enquanto sublinhar é que quanto mais amplos os dados e mais consolidado se torna o consenso científico sobre a aceleração dos desequilíbrios planetários, mais o capitalismo globalizado revela-se a engrenagem exterminadora e a monstruosidade moral em que se tornou. Pois não é tanto a excepcionalidade da guerra, mas o funcionamento “normal” – e perfeitamente consciente de seus danos – da economia globalizada que solapa as condições de existência dos seres vivos, e isso de modo fulminante e em escala ainda maior do que as guerras tecnológicas dos séculos XX e XXI. Se pretendem manter essas condições de existência, é chegado o momento para as sociedades como um todo de se empenhar na construção de outra civilização, com todos os riscos e custos implicados nesse empenho. O fim dos subsídios e a imposição de taxas relevantes aos combustíveis fósseis, bem como os esforços diplomáticos para reduzir as emissões de GEE e para zerar o desmatamento são iniciativas obviamente necessárias. Mas os que persistem em crer que negociações diplomáticas de gabinete e “soluções” de mercado ainda podem evitar o pior sabotam o bem comum ou, no afã de se enganarem, sua própria inteligência.

Os governantes nunca deixaram de mostrar sua determinação de governar para a elite econômica e para a manutenção dessa economia da destruição. Em janeiro de 2021, Joe Biden declarou: “É chegado o momento de tratar com um maior senso de urgência essa ameaça máxima que nos confronta, a mudança climática. (...) Por isso, estou assinando hoje uma ordem executiva (...) para enfrentar a ameaça existencial das mudanças climáticas. Esta é uma ameaça existencial”.¹⁰⁹ O valor dessas palavras se mede pelo fato de que, em janeiro de 2022 Biden já havia superado Trump na emissão de licenças de extração de petróleo em terras públicas,¹¹⁰ em março de 2022, Biden abriu ao mercado as reservas estratégicas de petróleo de seu país à taxa, sem precedente histórico, de um milhão de barris por dia ao longo de seis meses, censurando ademais a indústria de combustíveis fósseis dos EUA por não aproveitar as nove mil licenças já aprovadas de exploração desses combustíveis.¹¹¹ Em abril de 2022, enfim, sua administração decidiu retomar os leilões de licenças para exploração de petróleo e gás em 58 mil hectares de terras públicas federais em 9 estados dos EUA, contrariando uma de suas mais explícitas promessas de campanha. Em um de seus comícios de campanha, por exemplo, em fevereiro de 2020, Biden exclamou: “E a propósito, chega de exploração [de petróleo e gás] em terras federais, ponto final. Ponto final. Ponto final. Ponto final!” (“*And by the way — no more drilling on federal lands, period. Period, period, period!*”).¹¹² A invasão da Ucrânia ofereceu a Biden uma oportunidade de ouro para tentar suplantar a Rússia no quesito fornecimento global de

combustíveis fósseis, algo evidentemente mais importante para as elites e para a indústria de combustíveis fósseis do que qualquer ameaça à nossa existência. Malgrado a ferocidade de seus conflitos imperialistas, os governos de Biden, Putin e os governos do G20 em geral, responsáveis por 80% das emissões globais de GEE, estão comandando em conjunto, de resto bastante harmoniosamente, o processo em curso de colapso socioambiental. É preciso, portanto, deslegitimá-los. Isso implica, para as sociedades, para nós todos, a necessidade impreterível de se insurgir contra o sistema político e econômico vigente que não nos representa, pois não prioriza nosso direito elementar à simples existência nesse planeta. Contribuir para esta insurgência é o papel de todos os cidadãos da grande República de Gaia que precisamos construir democraticamente sobre os escombros dos Estados nacionais. É preciso abrir-se ao ensinamento de Greta Thunberg, por exemplo, quando afirmava na COP24, em 2018, acerca do sistema econômico global: “Se é tão impossível achar soluções no interior deste sistema, talvez devêssemos mudar o próprio sistema.”¹¹³ Mudá-lo em que sentido? O socialismo do século XX fracassou. Trata-se de compreender a extensão e as razões desse fracasso, aprender com elas e ir muito além dessa experiência, pois os ideais de justiça social que suscitaram o socialismo permanecem mais vivos e legítimos que nunca. Os que procuram confundir esses ideais com as atrocidades e infâmias cometidas em seu nome apenas se encastelam em pretextos para perpetuar seus próprios privilégios. Esses ideais renovam-se hoje na forma de diversos apelos a uma transição ecossocial, sempre nos quadros de uma ecodemocracia. Ao longo do livro e, sobretudo, no capítulo 11, tentarei sugerir alguns parâmetros das rupturas civilizacionais requeridas para a conquista de uma política e de uma sociedade da sobrevivência. Mas convém desde logo repisar os oito princípios basilares sobre os quais ela se assenta:

- (1) Redução emergencial das diversas desigualdades entre os membros da espécie humana;
- (2) Diminuição do consumo humano de materiais e de energia;
- (3) Extensão da ideia de sujeito de direito às demais espécies, à biosfera e às paisagens naturais;
- (4) Restauração e ampliação das reservas naturais, a serem consideradas como santuários inacessíveis aos mercados globais;
- (5) Desmantelamento da economia global e transição para uma civilização descarbonizada
- (6) Desglobalização do sistema alimentar e sua transição para uma alimentação baseada em nutrientes vegetais;
- (7) O arcabouço jurídico internacional vigente deve superar o axioma da soberania nacional absoluta em benefício de uma soberania nacional relativa;
- (8) Acelerar a transição demográfica aumenta as chances de sucesso das rupturas acima enunciadas.

Esses oito princípios constituem, a meu ver, a moldura de referência de um programa de ação política concreta que incumbirá às sociedades, coletivamente, formular e desenvolver. Ele não será realizado, obviamente, neste decênio crucial, mas se até 2030 não tivermos avançado significativamente em sua direção, teremos com toda a probabilidade perdido o último decênio para agir de modo a evitar o pior. E o pior começa pela catástrofe de um aquecimento médio superficial global acima ou muito acima de 2°C em relação ao período pré-industrial, que pode ser atingido antes de meados do século. O que formos capazes de realizar nos próximos anos, no sentido de criar uma democracia global, apta a superar os padrões e expectativas atuais de crescente consumo energético, de aniquilação biológica e de unilateralismo nacionalista, decidirá o potencial e mesmo o destino da civilização humana. Mantida a atual trajetória, não

se exclui mais que esse destino seja o mesmo que o de milhares de outras formas de vida a que o sistema econômico globalizado está, hoje, condenando.

1. A aniquilação biológica

“A biodiversidade – a diversidade nas espécies, entre espécies e dos ecossistemas – está diminuindo mais velozmente do que em qualquer outro momento da história humana.”

IPBES (2019)¹¹⁴

“O futuro da vida na Terra e do bem-estar humano depende das ações que tomarmos para reduzir a extinção de populações e espécies nas próximas duas décadas”.

Gerardo Ceballos & Paul Ehrlich (2018)¹¹⁵

Tal como a emergência climática e de modo igualmente perigoso, a aniquilação em curso da biodiversidade age de modo sistêmico na desestabilização do sistema Terra. Esses dois fatores estão intimamente interligados e são os que mais crucialmente ameaçam a habitabilidade do planeta, seja por suas sinergias, seja por seus impactos irreversíveis. Os sete capítulos iniciais deste livro dedicam-se à análise dessas duas ameaças e de suas interações, bem como de seus impactos presentes e futuros a curto prazo.

No último meio milênio, com forte ênfase nos últimos 70 anos, vêm se desenvolvendo no planeta os estágios iniciais do sexto evento maior de extinção em massa de espécies desde o final do Ordoviciano.¹¹⁶ Contrariamente às cinco anteriores, a grande extinção em curso não foi deflagrada por um desastre natural, cósmico ou tectônico. Trata-se da primeira grande extinção de caráter antropogênico na história da vida em nosso planeta,¹¹⁷ e ela pode erradicar, mantida a atual trajetória, três quartos das espécies hoje existentes. Ressurge aqui, mais uma vez, a questão do decênio decisivo, pois, como afirma Anthony Barnosky, da Stanford University:¹¹⁸

“A melhor maneira de imaginar a sexta extinção em massa é olhar para fora e então imaginar que três em cada quatro espécies que eram comuns desapareceram. (...) Temos essa janela de oportunidade muito curta - 10 a 20 anos - para fazer um progresso significativo. Porque, caso contrário, teremos descido fundo demais nessa trajetória para ser ainda possível revertê-la”.

A causa primeira dessas perdas de vida selvagem é a antropização de seus habitats, vale dizer, a supressão e degradação de dezenas de milhões de quilômetros quadrados de florestas e de outros habitats selvagens em todas as latitudes do planeta. Essa causa tem sido reiteradamente destacada e recentemente pela mais importante avaliação do estado atual da biodiversidade, proposta em maio de 2019 pelo IPBES: “75% da superfície da Terra [não coberta de gelo] está significativamente alterada, 66% da área oceânica está sofrendo impactos crescentes e cumulativos e mais de 85% das áreas úmidas foram perdidas”.¹¹⁹ Como se verá adiante (seção 1.4 Eliminação e degradação das coberturas florestais), são muitas as avaliações da envergadura e da velocidade crescente da eliminação e degradação das coberturas vegetais primárias, em diversos períodos considerados, desde o início do Holoceno, 11.700 anos antes do presente (AP, presente sendo 1950). O que importa desde logo frisar, antes da apresentação dos dados, é que esse processo é, em última instância, uma aceleração da Terra em direção ao equilíbrio termodinâmico, vale dizer, em direção a um planeta desprovido do potencial único de síntese e armazenamento energético das plantas. Como afirmam John Schramski, David Gattie e James Brown:¹²⁰

“A Terra é uma bateria química onde, ao longo do tempo evolutivo, com uma carga lenta de fotossíntese usando energia solar, bilhões de toneladas de biomassa viva foram armazenadas em florestas e outros ecossistemas e em vastas reservas de combustíveis fósseis. (...) As leis da termodinâmica que regem a carga residual e a descarga rápida da bateria da Terra são universais e absolutas. (...) Com o rápido esgotamento dessa energia química, a Terra está voltando ao equilíbrio inóspito do espaço sideral, com desdobramentos fundamentais para a biosfera e a humanidade”.

Desde o Arqueano – talvez, mais precisamente, entre 3,4 e 2,9 bilhões de anos atrás¹²¹ –, organismos aptos a realizar fotossíntese começaram gradualmente a converter energia solar difusa de baixa qualidade em energia química de alta qualidade. O sistema econômico vigente, globalizado, inerentemente expansivo e de alto e crescente dispêndio energético, está descarregando essa bateria a uma velocidade vertiginosa. No ano 1 d.C., estimam os autores, a Terra continha cerca de 1 trilhão de toneladas de carbono em biomassa viva, o equivalente a cerca de 35 Zettajoules (1 ZJ = 10^{21} Joules) de energia química, principalmente na forma de árvores nas florestas. Em 2000, os humanos reduziram-na em 45%, para cerca de 550 bilhões de toneladas (Gt) de carbono na biomassa (ou 19,2 ZJ), sendo 11% esgotados apenas desde 1900.¹²² Esses cálculos são coincidentes com os de Thomas Crowther e colegas, segundo os quais o número de árvores desde o início das civilizações humanas caiu quase pela metade (46%), queda que vem se acelerando, posto que hoje em dia mais de 15 bilhões de árvores são derrubadas anualmente.¹²³ A invasão e destruição das florestas e demais biomas pelo sistema econômico globalizado levou desde os anos 1970 ao atual estado de “ultrapassagem” (*overshoot*). Isso significa que o modelo econômico vigente opera agora como se pudesse dispor de uma área 73% maior do que a do nosso planeta, com crescente contração e degradação da biosfera.¹²⁴

A destruição da natureza pelo sistema econômico é um processo ao mesmo tempo criminoso, imoral e estúpido, cujo absurdo foi posto em evidência por Edward O. Wilson: “destruir uma floresta tropical para obter ganho econômico é como queimar uma pintura do Renascimento para cozinhar uma refeição”.¹²⁵ Não uma pintura, mas inteiros museus da biosfera estão sendo queimados nesse processo. Sobre suas cinzas, objetos manufaturados já nascem como lixo ou amontoam-se na antessala do lixo. No capítulo 8 (seção 8.4 Um planeta entulhado), discutiremos um trabalho publicado por Emily Elhacham e colegas sobre a superação da biomassa do planeta pela “massa antropogênica”, medidas ambas em unidades de Teratoneladas (Tt = 1 trilhão de toneladas = 10^{18} gramas) de peso desidratado.¹²⁶ Há ao menos três pontos essenciais a reter desse trabalho no que se refere a essa prevalência do antropogênico sobre o natural:

(1) a massa antropogênica cresceu explosivamente no século XX, pois em 1900 ela era de menos de 0,1 Tt, representando então apenas 3% da biomassa viva (plantas, animais e microrganismos);

(2) hoje, todas as plantas da Terra pesam cerca de 1 Tt, vale dizer, metade de sua massa no início do Holoceno (11.700 anos atrás);

(3) mantida a trajetória atual, em 2040 a massa antropogênica pesará o triplo da biomassa viva planetária.

Não por acaso, portanto, Matthew Canfield e colegas qualificam como “cataclísmica” a perda em curso de biodiversidade,¹²⁷ Rodolfo Dirzo e colegas falam em “defaunação”,¹²⁸ James Watson e colegas falam em “declínio catastrófico” de áreas pouco ou não antropizadas (*wilderness*),¹²⁹ Daniel Pauly, em “destruição ecológica”, referindo-se especificamente à biodiversidade marinha,¹³⁰ e ao menos três trabalhos publicados entre 2015 e 2020 por Gerardo Ceballos, Anne e Paul R. Ehrlich, Peter Raven e, novamente, Rodolfo Dirzo designam o processo em curso e em aceleração pelo termo adotado neste capítulo: “aniquilação biológica”.¹³¹

1.1 Extinções e contrações populacionais de espécies

Essa contração da biomassa viva do planeta e da biodiversidade,¹³² sob o peso das atividades econômicas e da proliferação poluidora da massa antropogênica, reflete-se no já referido relatório de avaliação do estado atual da biodiversidade, lançado em 2019 pelo IPBES.¹³³ Ressoa nele um grito de alarme: um milhão de espécies, ou 12,5% das cerca de 8 milhões de espécies eucariotas existentes (segundo as últimas estimativas), estão hoje em trajetória de extinção e muitas podem se extinguir em décadas:¹³⁴

“As ações humanas agora ameaçam de extinção global mais espécies do que nunca. Em média cerca de 25% das espécies nos grupos de animais e plantas avaliados estão ameaçadas, sugerindo que cerca de 1 milhão de espécies já correm risco de extinção, muitas ocorrendo em décadas, a menos que se tomem medidas para reduzir os fatores que impulsionam a perda de biodiversidade. Sem essa ação, haverá uma nova aceleração na taxa global de extinção de espécies, que já é pelo menos dezenas a centenas de vezes maior do que a média nos últimos 10 milhões de anos”.

Outros modelos de avaliação dos registros fósseis sugerem que a taxa atual global de extinção de espécies em geral pode ser ainda maior que a reportada pelo IPBES.¹³⁵ Nos anos 1990, as estimativas das taxas atuais de extinção oscilavam entre 100 e 1.000 vezes acima da taxa de base inferida a partir desses registros.¹³⁶ Em 2005, o Millenium Ecosystem Assessment¹³⁷ estimava uma taxa de extinções de espécies 1.000 vezes superior à taxa de base e projetava que em 2050 a taxa de extinção viria a ser mais de uma ordem de grandeza maior que as taxas atuais, isto é, uma taxa pelo menos 10.000 vezes maior que a taxa de base. Edward O. Wilson e os cientistas do Birdlife International (com estimativas não apenas relativas às aves) admitiram taxas atuais de extinção até 10.000 vezes acima da taxa de base.¹³⁸ Em 2014, Jurriaan De Vos e colegas propuseram um número nessa mesma ordem de grandeza, baseados em estimativas de um número menor de extinções da taxa de base:¹³⁹

“Uma medida chave do impacto global da humanidade é o quanto as taxas de extinção de espécies aumentaram. Declarações usuais são de que essas taxas são 100 a 1.000 vezes maiores que as taxas de extinção pré-humana ou taxas de base. (...) Pesquisadores anteriores optaram por uma referência aproximada de 1 extinção por milhão de espécies por ano. (...) Concluímos que, tipicamente, as taxas de base de extinção podem ser próximas a 0,1 extinção por milhão de espécies por ano. Assim, as taxas de extinção atuais são 1.000 vezes mais altas do que as taxas de base de extinção e as taxas futuras provavelmente serão 10.000 vezes mais altas”.

Mais importante talvez que essas diferenças entre as taxas atuais de extinção e as taxas de base, sejam elas quais forem, é a avaliação dos números absolutos proposta por Rodolfo Dirzo e coautores da mencionada revisão de 2014:¹⁴⁰

“Adotando uma estimativa conservadora de 5 milhões a 9 milhões de espécies animais no planeta, estamos provavelmente perdendo cerca de 11.000 a 58.000 espécies anualmente. No entanto, isso não considera extirpações populacionais e declínios na abundância animal dentro das populações”.

Milhares ou dezenas de milhares de espécies extintas a cada ano mostram, claro está, apenas o começo, pois, sendo a biosfera composta por espécies interdependentes, a cada espécie perdida, mais frágil e esgarçada se torna a teia de sustentação da vida e mais o processo de extinções em massas de espécies pode se acelerar. Segundo o IPBES, mais de 500 mil, ou seja, cerca de 9% das 5,9 milhões de espécies terrestres, “não têm mais hábitat suficiente para sobrevivência a longo prazo e estão, portanto, condenadas à extinção, muitas delas no horizonte de décadas, a menos que seus hábitats sejam restaurados”.¹⁴¹

Segundo o IPBES, “as ações humanas já levaram à extinção ao menos 680 espécies de vertebrados desde 1500”.¹⁴² Isso significa que essas extinções *registradas* de vertebrados desde o século XVI vêm ocorrendo à taxa média de 1,3 espécies por ano, o que, segundo uma estimativa conservadora, representa mais de 15 vezes a taxa de base desde o fim do Cretáceo.¹⁴³ A última atualização da Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN versão 2021-2022) propõe um número de espécies documentadamente extintas, vertebrados e invertebrados, da ordem de 900 espécies.¹⁴⁴ Entre as espécies mais icônicas declaradas extintas nos últimos anos estão a tartaruga gigante de Galápagos (*Chelonoidis niger*), o rinoceronte negro do Oeste africano (*Diceros bicornis*), o pássaro Limpa-folha-do-Nordeste (*Philydor novaesi*), a Foca-monge-do-caribe (*Monachus tropicalis*), o golfinho Baiji do Yangtsé (*Lipotes vexillifer*), a coruja Caburé-de-Pernambuco (*Glaucidium mooreorum*), a ararinha azul (Spix’s macaw *Cyanopsitta spixii*), a “rana venenosa” (*Oophaga speciosa*), entre muitos outros. Apenas em 2021, 22 espécies de animais e uma espécie de planta foram declaradas extintas nos EUA, entre as quais o pica-pau bico de marfim (ivory-billed woodpecker ou *Campephilus principalis*).¹⁴⁵ Como avançado no Prefácio, segundo a última avaliação da IUCN, 28% das espécies – mais de 38.500 entre as 138.300 avaliadas – correm risco de extinção. Essas espécies ameaçadas se distribuem nos grupos taxonômicos indicados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Lista Vermelha da IUCN das espécies ameaçadas de extinção entre as 138.300 avaliadas

| Anfíbios | Mamíferos | Aves | Tubarões e raias | Recifes de corais | Crustáceos selecionados | Coníferas |
|----------|-----------|------|------------------|-------------------|-------------------------|-----------|
| 41% | 26% | 13% | 37% | 33% | 28% | 34% |

Fonte: The IUCN Red List of Threatened Species 2021-2022 <<https://www.iucnredlist.org/>>.

Em nenhum grupo de animais a ameaça de extinção é tão grave e evidente quanto na classe dos *Amphibia*, composta de cerca de sete mil espécies conhecidas (7.273 em maio de 2014, veja-se www.amphibiaweb.org), 6.409 das quais avaliadas pelo IUCN. “Embora tenham sobrevivido a múltiplas extinções em massa, nos últimos 20 a 40 anos o declínio abrupto de sua população ocorre em uma escala jamais vista”, afirmam Philip J. Bishop e coautores de um trabalho publicado em 2012.¹⁴⁶ Se hoje 26% das espécies de mamíferos correm risco de extinção, até 2050 esse risco pode atingir um terço dessas espécies, segundo o WWF. Quanto às aves, dentre as 11.121 espécies catalogadas, ao menos 40% (3.967 espécies) mostram populações em declínio desde 1998, data da primeira avaliação global abrangente realizada pela Birdlife International. Três espécies de aves foram declaradas extintas desde 2000.¹⁴⁷ Quanto aos répteis, Neil Cox e colegas (2022), seguindo os mesmos critérios da IUCN, mostraram que:¹⁴⁸

“pelo menos 1.829 de 10.196 espécies (21,1%) estão ameaçadas (...). Os répteis são ameaçados pelos mesmos fatores principais que ameaçam outros tetrápodes – agricultura, extração de madeira, desenvolvimento urbano e espécies invasoras – embora a ameaça representada pelas mudanças climáticas permaneça incerta”.

Segundo os autores, desde 1500, 31 espécies de répteis já foram extintas e 40 espécies estão provavelmente extintas, isto é, têm ainda uma pequena chance de possuir indivíduos remanescentes.

Espécies Criticamente Ameaçadas

As espécies consideradas pela IUCN como “Criticamente Ameaçadas” (*Critically endangered*) são as que se encontram potencialmente na antessala da extinção. A Tabela 1.2 mostra em termos absolutos a evolução do número dessas espécies, segundo sua distribuição taxonômica, em três momentos da Lista Vermelha da IUCN: 1998, 2018 e 2021. A comparação entre esses três

momentos não deve ser considerada, em si mesma, um indicador de uma tendência ao aumento das espécies em condição crítica, pois ela reflete um aumento no número de espécies avaliadas e também eventuais aperfeiçoamentos da coleta de dados. Isso posto, ela mostra um aumento desproporcionalmente maior que o aumento do número de espécies avaliadas nesse período (1998-2021) e, sobretudo, um salto alarmante de cerca de 50% (49,7%) do número de espécies nessa condição crítica no pequeno intervalo de tempo entre 2018 e 2021.

Tabela 1.2 - Evolução do número de espécies criticamente ameaçadas segundo as avaliações da Lista Vermelha da IUCN, em 1998, 2018 e 2021

| Grupo taxonômico | 1998 | 2018 | 2021 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Mamíferos | 169 | 201 | 229 |
| Aves | 168 | 224 | 225 |
| Répteis | 41 | 287 | 433 |
| Anfíbios | 18 | 550 | 673 |
| Peixes | 157 | 486 | 739 |
| Insetos | 44 | 300 | 408 |
| Moluscos | 257 | 633 | 717 |
| Outros invertebrados | 57 | 252 | 290 |
| Plantas | 909 | 2.879 | 4.976 |
| Fungos e protistas | 0 | 14 | 32 |
| Total | 1.820 | 5.826 | 8.722 |

Fonte: IUCN Red List. Tabela 2: Changes in numbers of species in the threatened categories (CR, EN, VU) from 1996 to 2021 (IUCN Red List version 2021-3) for the major taxonomic groups on the Red List.

Como mostra a Tabela 1.2, o número de espécies de insetos criticamente ameaçadas multiplicou-se por 9,2 entre 1998 e 2021 e aumentou 36% apenas entre 2018 e 2021. Dos insetos se tratará adiante, no âmbito dos impactos provocados pelos agrotóxicos (seções 1.8 Agrotóxicos e 1.9 Declínio dos insetos e dos polinizadores). É importante desde já assinalar, em todo o caso, que seu declínio atual é um dos aspectos centrais dos alarmes reiterados por diversos cientistas.

Diminuição das populações de vertebrados

Não se trata apenas, contudo, de monitorar as espécies ameaçadas de extinção. Segundo Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich e Rodolfo Dirzo, a ênfase nos processos de extinção, ocorrendo na escala de décadas, pode eclipsar a percepção da intensidade com a qual as populações de vertebrados estão sendo dizimadas:¹⁴⁹

“O foco muito pronunciado nas extinções de espécies, um aspecto crítico do pulso contemporâneo de extinção biológica, suscita a impressão errônea e comum de que a biota da Terra não está imediatamente ameaçada, apenas entrando lentamente em um episódio de grande perda de biodiversidade. Esta visão ignora as tendências atuais de declínios e extinções populacionais. (...) Nos 177 mamíferos para os quais temos dados detalhados, todos perderam 30% ou mais de suas áreas geográficas e mais de 40% das espécies sofreram declínios populacionais graves (> 80% de redução). Nossos dados indicam que, além das extinções globais de espécies, a Terra está passando por um gigantesco episódio de declínios e extirpações populacionais, que terá consequências negativas em cascata no funcionamento dos ecossistemas e dos serviços vitais para a manutenção da civilização. Descrevemos isso como uma "aniquilação biológica" para destacar a magnitude atual do sexto maior evento de extinção em curso da Terra.”

Ceballos, Ehrlich e Dirzo enfatizam que esse “grau extremamente elevado de declínio de vertebrados” está ocorrendo mesmo em espécies categorizadas na Lista Vermelha das espécies ameaçadas de extinção da IUCN como “pouco preocupantes” (*low concern*).¹⁵⁰

Em apoio à percepção de que a Terra está sofrendo um processo de aniquilação biológica, o WWF e a Zoological Society of London (ZSL) têm tomado o pulso da integridade da biosfera através de uma de suas métricas mais importantes: a abundância populacional dos vertebrados. Com auxílio de tecnologias diversas, incluindo drones e observações por satélite para rastrear populações em movimento, o Relatório Planeta Vivo (*Living Planet Report*) tem criado sucessivas edições do Índice Planeta Vivo (*Living Planet Index*, LPI). A aceleração das perdas populacionais ao longo deste segundo decênio é vertiginosa. Em 2012, a 9ª edição do Índice Planeta Vivo (LPI), tendo monitorado 9.014 populações de 2.688 espécies de vertebrados, concluía que em 2008 o tamanho de tais populações havia se tornado, globalmente, 28% menor desde 1970. O tamanho das populações de vertebrados vivendo em habitats tropicais havia declinado em 60%, o de peixes de água doce, em 37% e o de peixes de água doce na zona tropical, em 70%, no mesmo período.¹⁵¹

Em relação à 9ª edição do LPI de 2012, a 13ª edição do LPI, de 2020, mais que duplicou sua capacidade de monitoramento de populações e de espécies. A 13ª edição examinou as variações médias de abundância de 20.811 populações de 4.392 espécies de mamíferos, aves, peixes, répteis e anfíbios em todo o mundo. O resultado mostra um declínio médio de 68% no tamanho das populações de mamíferos, pássaros, anfíbios, répteis e peixes entre 1970 e 2016. Nas populações de peixes de água doce, a média populacional das espécies analisadas reduziu-se em 84%. A situação mais catastrófica é a da América Latina e do Caribe, onde se constatou perda de 94% do tamanho dessas populações. Um exemplo desse declínio populacional de vertebrados na América Latina é fornecido pela onça-pintada (*Panthera onca*), o maior felino do continente. A espécie já perdeu 60% de seu território e suas populações diminuíram em 25% nos últimos 21 anos. Apenas entre 2013 e 2016, as autoridades bolivianas apreenderam 380 presas, em geral vendidas no mercado negro na Ásia (ao valor unitário de US\$ 250,00), o que supõe a caça de cerca de 95 indivíduos dessa espécie.¹⁵² Outro exemplo consistente com esse vertiginoso colapso populacional dos vertebrados no continente latino-americano é fornecido pelos resultados de um acompanhamento ao longo de 44 anos (1977-2020) de populações de pássaros numa reserva florestal no centro do Panamá. Os autores desse estudo, que avaliaram as populações de 57 espécies de pássaros, advertem que:¹⁵³

“A abundância populacional estimada de 40 espécies (~70%) diminuiu durante o período de amostragem, enquanto a população de apenas 2 espécies aumentou. Além disso, os declínios foram graves: 35 das 40 espécies em declínio exibiram grandes perdas proporcionais na abundância estimada, chegando a $\geq 50\%$ de suas abundâncias iniciais estimadas. (...) Esses declínios graves e generalizados são particularmente alarmantes, uma vez que ocorreram em uma área florestal relativamente grande (~22.000 ha) e na ausência de fragmentação local ou mudança recente no uso da terra. Nossas descobertas fornecem evidências robustas de declínios de aves tropicais em florestas intactas e reforçam uma grande quantidade de literatura sobre regiões temperadas, sugerindo que as populações de aves podem estar diminuindo em escala global”.

Mas mesmo na América do Norte, onde se verificou um menor declínio populacional de vertebrados (perda média de 33% entre 1970 e 2016), uma avaliação da abundância populacional de 529 espécies da avifauna mostrou que 2,9 bilhões (2,7 - 3,1 bilhões) de pássaros desapareceram em quase todos os biomas dos EUA e do Canadá desde 1970.¹⁵⁴ Kenneth Rosenberg e coautores desse trabalho alertam ainda que “a perda de população não se restringe a espécies raras e ameaçadas, mas inclui muitas espécies largamente distribuídas e comuns que podem ser componentes desproporcionalmente influentes das redes alimentares e das funções

do ecossistema”.¹⁵⁵ Na Europa, aí incluída a totalidade do território da Rússia, as perdas de abundância populacional de vertebrados foram, sempre segundo a 13ª LPI, as menores (perda de 24% entre 1970 e 2016). Ainda assim, nos países da União Europeia o declínio da avifauna tem sido constatado de modo consistente. Combinando dois bancos de dados, Fiona Burns e colegas estimaram um declínio de 17% a 19% na abundância geral de aves que se reproduzem na Europa entre 1980 e 2017, o que equivale a uma perda de 560 a 620 milhões de indivíduos em menos de quatro décadas. “Tanto o declínio total quanto o proporcional no número de aves são altos entre as espécies associadas a terras onde se encontram cultivos agrícolas”,¹⁵⁶ outro forte indicador dos impactos letais dos agrotóxicos sobre o declínio populacional dos pássaros.¹⁵⁷

Além disso, alinhando-se aos critérios geográficos propostos pela primeira avaliação do IPBES (2019),¹⁵⁸ a 13ª edição do LPI dividiu sua avaliação por regiões, o que oferece um quadro um pouco diferente da avaliação proposta pela 9ª edição do LPI de 2012.¹⁵⁹ Ainda assim vale a pena oferecer, na Tabela 1.3, um quadro comparativo das duas avaliações:

Tabela 1.3 - Perdas de tamanho populacional de vertebrados em 2008 e 2016 em relação a 1970

| | 9ª LPI 2012 Dados de 2008 | | 13ª LPI 2020 Dados de 2016 |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Médias globais | - 28% | | - 68% |
| Peixes de água doce | - 37% | | - 84% |
| América do Norte | | | - 33% |
| Médias tropicais globais | - 60% | América Latina e Caribe | - 94% |
| | | África | - 65% |
| | | Ásia do Pacífico | - 45% |

Fontes: *Living Planet Report 2012. Biodiversity, biocapacity and better choices*
https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2012.pdf
Living Planet Report 2020. Bending the curve of biodiversity loss
<https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf>

Ao apresentar a 13ª edição do Living Planet Report 2020, Marco Lambertini resumiu em poucas palavras a escala da catástrofe, apontando, ao mesmo tempo, uma de suas causas fundamentais, o sistema alimentar globalizado:¹⁶⁰

“A natureza vem declinando globalmente a taxas sem precedentes em milhões de anos. O modo como produzimos e consumimos alimentos e energia, e o flagrante desprezo pelo meio ambiente, arraigado em nosso modelo econômico atual, levou o mundo natural ao seu limite.”

A ideia de limite planetário, nomeadamente de 9 limites planetários (*planetary boundaries*), tal como proposto pelos pesquisadores do Stockholm Resilience Centre, passou a definir a crise socioambiental contemporânea e a funcionar como um divisor de águas entre os que a compreendem em toda a sua gravidade e os que a relativizam. O termo *boundary* deve ser traduzido por *limite*, no sentido mais unívoco desse termo, como afirma o próprio texto de Will Steffen e colegas, de 2015: “o conceito de limite planetário, introduzido em 2009, teve por objetivo definir os limites ambientais dentro dos quais a humanidade pode operar de modo seguro” (*The planetary boundary concept, introduced in 2009, aimed to define the environmental limits within which humanity can safely operate*).¹⁶¹ Com o termo “mundo natural”, Lambertini exprime um desses 9 limites: a integridade da biosfera (veja-se também o capítulo 8, seção 8.5 Poluição: a ultrapassagem do quinto dos nove limites planetários).

1.2 Declínio da vida no meio aquático

“Não há pesca sustentável em um oceano moribundo”

Paul

Watson¹⁶²

Como visto na Introdução, o IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission), coordenado pela UNESCO, lançou a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável: 2021-2030 (*Decade of Ocean Science for Sustainable Development 2021-2030*). Nada pode ser menos sustentável para a vida marinha do que a trajetória atual. “Os oceanos cobrem mais de 70% da superfície do planeta e formam 95% da biosfera”.¹⁶³ É evidente, portanto, que o destino da vida no planeta Terra está fortemente condicionado ao destino dos oceanos e do meio aquático em geral. Hoje, a sobrepesca industrial – em especial a pesca de arrasto (*bottom trawling*), praticada sobretudo nas zonas costeiras (ZEE) e responsável por 26% de toda a pesca marítima¹⁶⁴ –, é a causa decisiva da degradação e redução terminal de muitas espécies e ecossistemas aquáticos. Mas à sobrepesca se associam a poluição, o aquecimento, a desoxigenação e a acidificação dos rios, lagos e oceanos e a multiplicação de “zonas mortas” por eutrofização. Além disso, os recifes de corais, o mais diverso dos ecossistemas marinhos, estão sofrendo branqueamentos e mortes em grande escala ao longo dos últimos 25 anos e de modo cada vez mais intenso e cada vez mais recorrente. O branqueamento ocorre por perda de suas microalgas endo-simbióticas, uma fonte primária de energia para esses organismos, o que, não raro, resulta em sua morte. Poluição e rápidos aumentos das temperaturas marinhas são as causas mais importantes desses processos que estão dizimando esses organismos e essas estruturas, celeiros insubstituíveis de vida marinha. Os anos de 1998, 2002, 2006, 2016, 2017 e 2022 (paradoxalmente um ano de La Niña) marcam seis eventos de branqueamento e morte de corais na Grande Barreira de Corais da Austrália, com numerosos outros eventos de branqueamento e morte em massa de corais ocorrendo igualmente em outros oceanos.¹⁶⁵ Os oceanos já perderam 14% de seus recifes de corais apenas na década iniciada em 2009 e se projeta que esses recifes desapareçam quase por completo a partir de um aquecimento médio global de 2°C. É impossível exagerar a gravidade desse processo para a vida marinha e para muitas comunidades humanas. Como afirma um relatório produzido em conjunto pelo Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) e pela International Coral Reef Initiative (ICRI):¹⁶⁶

“Os recifes de coral ocorrem em mais de 100 países e territórios e, embora cubram apenas 0,2% do fundo do mar, sustentam pelo menos 25% das espécies marinhas, bem como a segurança, proteção costeira, bem-estar, segurança alimentar e econômica de centenas de milhões de pessoas”

O declínio das espécies e populações de peixes e de outras muitas espécies no meio aquático (em combinação com a proliferação das águas-vivas¹⁶⁷) tem sido reiteradamente constatado por ampla literatura científica, pela IUCN, pelo Living Planet Report (no caso das populações de água doce), pelos estudos realizados no âmbito do *Sea around us* (British Columbia University), pelos relatórios da FAO (*The State of World Fisheries and Aquaculture*) e por duas edições do *World Ocean Assessment* (WOA), promovidas pela ONU em 2015 e em 2021. Essas pesquisas evidenciam um processo complexo de empobrecimento da biodiversidade aquática, incluindo a menor abundância dos cardumes, a diminuição do tamanho dos peixes e sua migração para longe dos mares tropicais, à medida que as águas se aquecem.¹⁶⁸ Como afirma Daniel Pauly, “águas mais quentes estão impelindo espécies marinhas para longe da linha do Equador a uma taxa de cerca de 50 km por década, à medida que elas buscam temperaturas ideais para se alimentar e se reproduzir”.¹⁶⁹

O aquecimento das águas, a desoxigenação e as ondas de calor marinho (veja-se capítulo 5, seção 5.2 Aceleração do aquecimento marinho e a febre dos oceanos) afetarão adversamente a estrutura dos ecossistemas no meio aquático. Em primeiro lugar, porque algumas espécies só se reproduzem bem numa faixa muito estreita de variações de temperatura. Em segundo lugar, porque águas mais aquecidas contêm menos oxigênio, o que impacta desproporcionalmente o metabolismo dos peixes maiores. Ela obriga, por exemplo, os tubarões-azuis (*Prionace glauca*), que habitam em águas profundas, a nadar mais próximos da superfície, o que os torna mais vulneráveis aos barcos pesqueiros.¹⁷⁰ Mas mesmo as espécies pequenas, como as anchovas (12 a 19 cm), podem desaparecer com o aquecimento oceânico em curso. As anchovas representam a espécie mais pescada do mundo, atingindo por vezes até 15% do volume global de pesca. Favorecidos pela corrente de Humboldt, os cardumes de anchovas das latitudes peruanas fornecem cerca de 6% da pesca global, sendo que 98% dessas anchovas peruanas são transformadas em farinha para alimentar porcos, aves e outros peixes nas poluidoras fazendas aquáticas que crescem no mundo todo e sobremaneira na Ásia. O exame de sedimentos marinhos no Oceano Pacífico ao largo do Peru mostra que em temperaturas marinhas apenas um pouco mais altas que a atual, i.e., típicas do Eemiano (130 mil a 116 mil anos AP), as anchovas praticamente desaparecem dos registros fósseis, dando lugar a espécies ainda menores (< 5 cm), o que deve causar ao longo deste século, a se repetir o mesmo fenômeno, rupturas catastróficas na cadeia alimentar marinha.¹⁷¹

No imediato, contudo, outros fatores concorrem de modo mais brutal, e sempre crescente, para a degradação do meio aquático. Os esgotos e fertilizantes industriais, por exemplo, eutrofizam as águas costeiras, criando, de modo sazonal ou permanente, zonas de hipóxia e anóxia, chamadas “zonas mortas”, desertadas de peixes e da maior parte de formas de vida marinha. O segundo *World Ocean Assessment* (WOA II, 2021) mostra que:¹⁷²

“O número de zonas hipóxicas (...) aumentou de mais de 400 globalmente em 2008 para aproximadamente 700 em 2019. Os ecossistemas mais afetados incluem a parte norte do Golfo do México, o Mar Báltico, o Mar do Norte, a Baía de Bengala, o Mar da China Meridional e o Mar da China Oriental. Estima-se que o despejo de nitrogênio antropogênico nas zonas costeiras dobrará durante a primeira metade do século XXI”.

Todos os anos, as águas do Mississippi poluem o Golfo do México com 1,9 milhão de toneladas de nitrogênio e mais de 220 mil toneladas de fósforo, despejadas no rio sobretudo pelas fazendas em todo o seu percurso desde o estado de Minnesota, um dos estados do cinturão do milho (*corn belt*) no centro-norte do país. O resultado é uma zona morta da ordem de mais de 16 mil km² no Golfo do México em 2021.¹⁷³

Outro fator decisivo de degradação do meio aquático é a poluição por plástico. Como se verá no capítulo 8 (seção 8.3 Um planeta entulhado), em 1950 foram produzidos 2 milhões de toneladas (Mt) de plástico e em 2019, 368 Mt.¹⁷⁴ Jenna Jambeck e colegas estimam que em 2010 foram lançados ao mar a partir da terra (excluído, portanto, o lixo gerado pelas embarcações) entre 4,8 a 12,7 Mt, uma média de 8,75 Mt.¹⁷⁵ Passados cerca de 10 anos, a IUCN avalia que, a cada ano, ao menos 14 Mt de plástico têm por destino final os oceanos.¹⁷⁶ O plástico representa 80% dos detritos encontrados em todas as profundidades dos oceanos. Sob a ação da radiação ultravioleta, do vento e das ondas, o plástico se fragmenta em pequenas partículas, em microplásticos (< 5mm) ou em partículas ainda menores, não detectáveis a olho nu e nem mesmo por microscópios comuns (nanoplásticos), o que facilita sua penetração na cadeia alimentar marinha e, em última instância, humana. Apenas a Austrália, um país de 25 milhões de habitantes, descarta por ano 130 mil toneladas de plástico nos oceanos, vale dizer, 5,2 quilos por habitante.¹⁷⁷

Isso posto, a sobrepesca permanece sem dúvida o fator fundamental nesse processo de degradação biológica dos oceanos, como mostram diversos estudos e o novo levantamento da FAO (2020). A Figura 1.1 mostra a evolução global desses estoques entre 1974 e 2017.

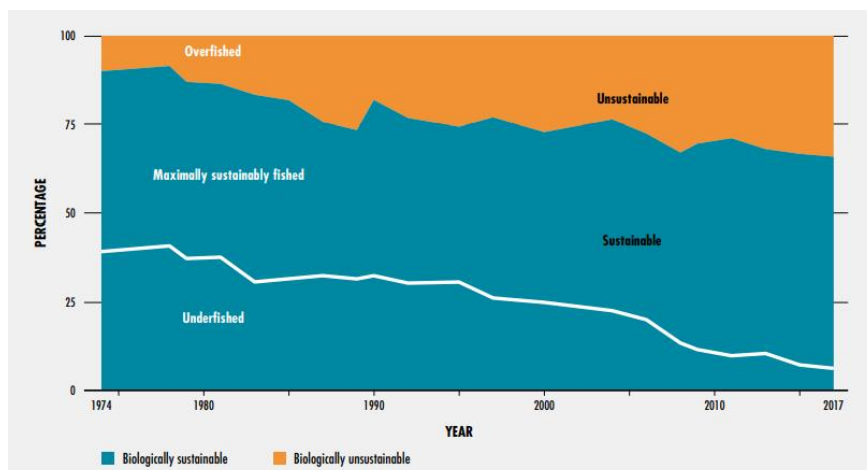


Figura 1.1. Evolução do estado dos estoques globais de peixes de oceano entre 1974 e 2017 (%), como indicadores da pesca sustentável e de sobrepesca. Seção inferior: estoques com potencial para aumento da pesca; seção intermediária: estoques pescados no limite máximo de sua sustentabilidade; seção superior: estoques pescados de modo insustentável por causa de sobrepesca.

Fonte: FAO, 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*, p. 48, Figura 19.

A fração dos estoques de peixes pescados no limite máximo da sustentabilidade decresceu de 90% em 1974 para 65,8% em 2017, incluindo os estoques com potencial para maior pesca que se reduzem nesse ano a apenas 6,2% deles. Os estoques pescados de modo insustentável (sobrepesca) passaram de 10% em 1974 para 27% em 2000 e para 34,2% em 2017. Embora essa avaliação da FAO, baseada em dados fornecidos pelos países, seja alarmante, um quadro mais realista e muito mais sombrio emerge do trabalho da equipe de pesquisadores da organização *Sea around us*, liderada por Daniel Pauly e Dirk Zeller. Em 2016, ambos identificaram trajetórias de pesca entre 1950 e 2010 que diferiam consideravelmente dos dados nacionais submetidos à FAO. Eis alguns dos resultados desse trabalho:¹⁷⁸

- (1) o pico da pesca global, atingido em 1996, não fora de 86 milhões de toneladas (Mt), mas de 130 (Mt), 53% a mais, portanto, do que os dados reportados pelos governos à FAO;
- (2) o declínio da pesca, desde então, vem ocorrendo à taxa de 1,22 Mt ao ano, e não de 0,38 Mt, como reportado à FAO;
- (3) a pesca corporativa contribuiu em 2010 com 73 Mt de peixes efetivamente desembarcados em porto (excluídos, portanto, os descartes em mar), bem abaixo dos 87 Mt de 2000, ao passo que a pesca de pequena escala (artesanal, recreativa e de subsistência) ainda conseguiu crescer lentamente, de 8 Mt em 1950 para 22 Mt em 2010, como mostra a Figura 1.2.

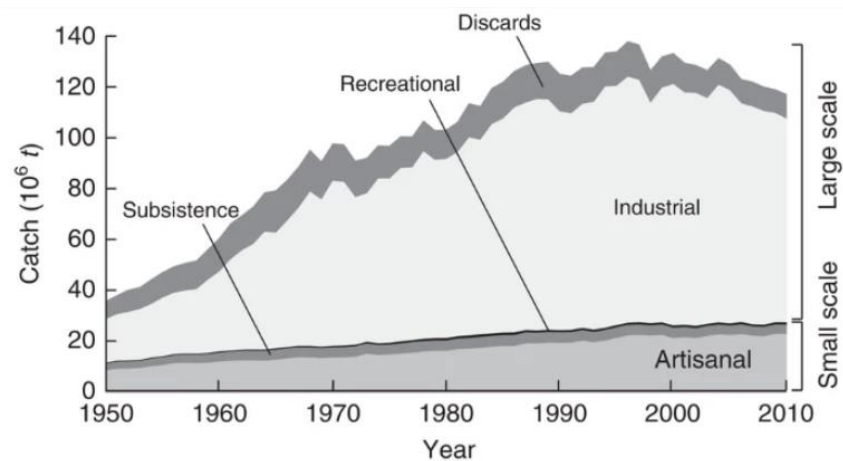


Figura 1.2 - Reconstrução do volume global de pesca (industrial e artesanal) entre 1950 e 2010, em milhões de toneladas (Mt). Fonte: Daniel Pauly & Dirk Zeller, “Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining”. *Nature Communications*, 7, 19/1/2016, Figura 4.

(4) os dados reportados à FAO incluem apenas a pesca efetivamente desembarcada nos portos (*landings*), e não os descartes em mar efetuados sobretudo pela pesca industrial, estimados pelos autores em 27 Mt (± 10 Mt) por ano.

(5) a indústria pesqueira vinha (e vem) avançando cada vez mais nos estoques de peixes das zonas marítimas dos países pobres. A China, por exemplo, vem sendo repetidamente acusada por diversos países africanos, e recentemente por Serra Leoa, de superexplorar os pescadores artesanais e de pesca ilegal, não regulamentada e não declarada (IUU: *illegal, unregulated and unreported*) em suas águas.¹⁷⁹ Mas mesmo quando essa pesca é licenciada pelos países africanos em troca de pagamento de *royalties*, mais da metade da pesca nas costas da África ocidental, realizada pelos países da União Europeia, China e Rússia, é considerada sobrepesca.¹⁸⁰

82% das populações de peixes avaliadas estão em estados diversos de exaurimento

Em 2020, sempre no âmbito da *Sea around us*, Maria Palomares e colegas publicaram a mais extensa estimativa sobre a evolução de longo prazo (1950-2014) da biomassa de 19.278 populações de 1.446 espécies de peixes e de invertebrados marinhos pescados em 232 ecorregiões¹⁸¹ costeiras no mundo todo. “De modo geral”, afirmam os autores, “os resultados sugerem um declínio consistente na biomassa das populações exploradas pela pesca em virtualmente todas as zonas climáticas e as bacias oceânicas no mundo.”¹⁸² Os autores prosseguem:¹⁸³

“As últimas médias de cinco anos (2010-2014) da atual biomassa da população explorada pela pesca, em relação à biomassa considerada ótima para alcançar o rendimento máximo sustentável para todas as populações avaliadas, sugerem que apenas 18% de todas as populações avaliadas podem ser consideradas ‘saudáveis’, com valores de biomassa da população explorada acima do nível considerado ótimo para o rendimento máximo sustentável da pesca. O resto das populações, ou seja, 82% de todas as populações avaliadas, estão em vários estados de exaurimento em relação aos níveis de biomassa no que diz respeito à maximização do rendimento da pesca sustentável.”

Um indicador suplementar dessa perda de biomassa marítima é dado pelo declínio das populações de aves marinhas. Uma pesquisa publicada em 2015 compilou desde 1950 informações sobre mais de 500 populações de aves marinhas no mundo todo, um Corpus de observações representando 19% da população global dessas aves. Seus resultados mostram que, em geral, as populações monitoradas declinaram em 69,6%, o equivalente a uma perda de

230 milhões de aves marinhas em 60 anos. Como afirma Michelle Paleczny, primeira autora desse trabalho, “as aves marinhas são indicadores particularmente bons da saúde dos ecossistemas marinhos. Quando vemos essa magnitude de declínio das aves marinhas, percebemos que há algo errado com os ecossistemas marinhos”.¹⁸⁴

Dado que 82% das populações de peixes examinadas por Maria Palomares e colegas encontram-se em diferentes estados de exaurimento, pode-se concluir que, mantidos inalterados os estressores acima examinados da vida marinha, sobretudo a sobrepesca e a poluição, um estado de colapso pode sobrevir ainda ao longo deste decênio ou num horizonte de tempo similar. Em 2021, numa entrevista concedida à *Scientific American*, Daniel Pauly fez um balanço da situação atual do conjunto dessas tendências:¹⁸⁵

“Zonas mortas sem oxigênio estão se ampliando; os peixes estão ficando cada vez menores por causa da sobrepesca e do aquecimento global. (...) Descrevi o modelo de pesca no qual você devasta uma área e muda-se então para outra, como um esquema de pirâmide. Enquanto você achar novos otários, consegue continuar. Bernie Madoff captava dinheiro dos investidores e então os pagava com o dinheiro de novos investidores. Isso funciona enquanto você tem novos investidores, certo? Mas, ao final, você fica sem novos investidores – você fica sem novas áreas de pesca – e a coisa toda colapsa”.

1.3 Mortandade de animais por poluição, incêndios e emergência climática

A poluição por vazamentos de petróleo e por plástico tem causado gigantesca mortandade de animais, sobretudo marinhos. Como já tratado mais extensamente num livro anterior,¹⁸⁶ em 2015, cinco anos após o vazamento de mais de 4 milhões de barris de petróleo ao longo de 87 dias causado pela explosão em 20 de abril de 2010 da plataforma Deep Water Horizon no Golfo do México, estimativas coligidas por uma coalizão de ONGs norte-americanas contabilizavam a morte de 201 mil pelicanos-pardos (*Pelecanus occidentalis*) expostos ao petróleo e a morte de mil golfinhos, de 800 mil pássaros e de 20 mil a 60 mil tartarugas-de-kemp (*Lepidochelys kempii*).¹⁸⁷ Dez anos depois da catástrofe, a NOAA reviu para muito acima as estimativas de mortes de tartarugas marinhas:¹⁸⁸

“Estima-se que 4.900 a 7.600 grandes tartarugas marinhas juvenis e adultas e entre 56.000 e 166.000 pequenas tartarugas marinhas jovens foram mortas pelo derramamento [de petróleo]. Além disso, cerca de 35.000 filhotes foram perdidos devido aos efeitos do derramamento e das atividades de limpeza nas praias de nidificação de tartarugas marinhas”.

Não há informações disponíveis no que concerne ao impacto sobre a vida animal causado pelo petróleo de origem desconhecida que invadiu as costas brasileiras, afetando 11 estados do NE e do SE a partir de agosto de 2019. Segundo o IBAMA, foram retirados das praias brasileiras mais 5 mil toneladas de petróleo.¹⁸⁹ Ao menos outros dois vazamentos de petróleo nas costas da Califórnia em 2020 e em outubro de 2021, além de outro no Golfo do México perto de New Orleans em dezembro de 2021¹⁹⁰ e ainda um quarto no Peru em 15 de janeiro de 2022¹⁹¹ representam desastres ecológicos maiores ao matarem milhões de animais, entre peixes, mamíferos marinhos, crustáceos, aves e répteis que têm seus habitats nos ecossistemas costeiros. Outro vetor de mortandade animal é, como acima evocado, a poluição por plástico. Os animais marinhos morrem por ingestão, sufocação ou enredamento no plástico, sobretudo em redes de pesca abandonadas. Segundo o WWF, esse específico tipo de poluição por plástico é responsável por causar danos a 66% das espécies de mamíferos marinhos, a 50% das aves marinhas e a todas as sete espécies de tartarugas marinhas, seis das quais já estão ameaçadas de extinção. Segundo a UNESCO, o plástico tem matado mais de um milhão de pássaros marinhos e mais de 100 mil mamíferos marinhos todos os anos.¹⁹²

É amplamente reconhecido que, ao lado das causas maiores desses declínios populacionais em terra e no meio aquático (perda e degradação de habitats, superexploração das espécies, poluição, espécies invasivas e doenças), a emergência climática torna-se, doravante, um fator sempre mais importante. O Living Planet Report 2020 projeta que o aquecimento global pode tornar vulneráveis, num futuro discernível, 80% das populações de répteis, mantida a trajetória atual. Além disso, segundo o IPBES:¹⁹³

“Uma síntese de muitos estudos estima que a fração de espécies em risco de extinção relacionada ao clima é de 5% com um aquecimento de 2°C. (...) Os recifes de coral são particularmente vulneráveis às mudanças climáticas e devem diminuir para 10% a 30% em relação à sua cobertura anterior com um aquecimento de 1,5°C e para menos de 1% com um aquecimento de 2°C”.

O desequilíbrio climático funciona, por enquanto, como um potenciador de riscos e um deles é a elevação do nível do mar, que inunda cada vez mais ilhas e habitats de animais que vivem em mangues e nas zonas costeiras em geral. Outro risco, mais imediato, é a intensificação dos furacões. Apenas o furacão Dorian (categoria 5) que atingiu as Bahamas em setembro de 2019 com ventos de quase 300 km/h, pode ter extinto, ou quase, várias espécies de aves endêmicas, entre os quais o papagaio da ilha de Abaco.¹⁹⁴ Um terceiro risco são os incêndios florestais, que têm lançado na atmosfera quantidades assombrosas de CO₂, nem sempre contabilizados pelos países, como se verá no capítulo 4 (seção 4.3 A escalada das emissões de GEE e a confiabilidade dos inventários nacionais). Na Amazônia, como se verá no capítulo 3 (seção 3.8 A interação entre secas e incêndios), os incêndios de 2015-2016 apenas na região do Baixo Tapajós liberaram na atmosfera cerca de 495 milhões de toneladas de CO₂.¹⁹⁵ Segundo o Copernicus, apenas em 2021 incêndios florestais no mundo todo lançaram na atmosfera 1,76 GtCO₂, ou seja, mais do dobro das emissões anuais de CO₂ da Alemanha.¹⁹⁶ A escala da mortandade animal causada por esses incêndios é, contudo, menos conhecida. Tudo o que é possível fazer aqui é lembrar alguns poucos exemplos recentes. A seca extrema de 2019-2020 no Pantanal¹⁹⁷ fez com que os incêndios provocados por fazendeiros¹⁹⁸ atingissem cerca de 40 mil km², causando a morte imediata por calcinação de 17 milhões de vertebrados apenas entre janeiro e novembro de 2020.¹⁹⁹ Estima-se que entre agosto de 2016 e dezembro de 2019, incêndios e desmatamento na Amazônia brasileira mataram ou deslocaram de seus habitats 1.422 onças-pintadas (*Panthera onca*).²⁰⁰ Os mais de 15 mil incêndios que devastaram a Austrália entre julho de 2019 e fevereiro de 2020, os piores de seus registros históricos, atingiram mais de 100 mil km² de vegetação nativa e mataram ou deslocaram para fora de seus habitats (o que significa, em geral, condená-los à morte lenta) cerca de três bilhões de animais: 2,46 bilhões de répteis, 180 milhões de aves, 143 milhões de mamíferos, 51 milhões de sapos.²⁰¹ Segundo o WWF, esses incêndios mataram ou feriram mais de 60 mil koalas (cuja população atual é estimada em 330 mil indivíduos) e impactaram em geral os habitats de 832 espécies de vertebrados, 70 das quais perderam mais de 30% de seu espaço natural.²⁰²

Não apenas incêndios, mas igualmente secas e ondas de calor, terrestres e marinhas, típicas da emergência climática, têm causado um número crescente de mortes de animais. Em New South Wales, o mais populoso estado da Austrália, ao menos 5 milhões de cangurus morreram ao longo de quatro anos de seca.²⁰³ Uma famosa onda de calor marinho formou-se em 2013 no golfo do Alasca e se estendeu entre 2014 e 2016 até o México, ao longo de mais de 4 milhões de km². Apelidada “The Blob”, à imagem do homônimo filme de horror de 1958, ela gerou um surto duradouro de algas intoxicantes e reduziu a produtividade do fitoplankton, dois processos que, combinados fizeram a pesca nessa região colapsar e mataram de fome, do Alasca à Califórnia, quantidades imensas de peixes, mamíferos e aves marinhas por ruptura da cadeia alimentar. Cerca de 100 milhões de bacalhaus, apenas ao sul do Alasca, morreram vítimas dessa longa onda de calor marinho, meio milhão de aves marinhas, além de baleias, lontras marinhas, salmão Chinook e leões marinhos.²⁰⁴ Na costa oeste do Canadá, cerca de um bilhão de animais

marinhos morreram na onda de calor de junho de 2021, segundo estimativas preliminares.²⁰⁵ Apenas o branqueamento dos corais na Grande Barreira dos Corais nos mares da Austrália nas ondas de calor marinhos de 2016 e 2017 matou cerca de 50% dos seus corais.²⁰⁶ O documento *Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge* (2021), já citado na Introdução (seção 4. Até 2030: o consenso científico sobre o caráter decisivo deste decênio), afirma que:²⁰⁷

“O resultado cumulativo dos danos já ocorridos no passado é a perda de pelo menos metade da cobertura de corais vivos nos recifes desde a década de 1870, com perdas se acelerando nas últimas décadas. Além disso, mesmo os recifes que mantiveram níveis semelhantes de cobertura de corais vivos já sofreram mudanças dramáticas em sua composição de espécies”.

Mais de 400 mil frangos morreram na onda de calor de 2022 que se abateu sobre o Uruguai, entre outros países do sul da América do Sul.²⁰⁸ Rebanhos inteiros de animais, enfim, fundamentais para a sobrevivência das populações rurais mais pobres, têm morrido de sede ou por hipertermia durante as ondas de calor e as longas secas que castigam vários países de todos os continentes, sobretudo nas Américas, na África e na Ásia. No Kuwait, muitos animais, domesticados ou não, já não conseguem atravessar os meses de verão. “Aves mortas aparecem nos telhados nos meses brutais de verão, incapazes de encontrar sombra ou água. Os veterinários são inundados com gatos de rua, trazidos por pessoas que os encontraram à beira da morte por exaustão pelo calor e desidratação. Até as raposas selvagens estão abandonando um deserto que não floresce mais após as chuvas”. Segundo Tamara Qabazard, uma veterinária especializada em animais não domesticados, “é por isso que estamos vendo cada vez menos vida selvagem no Kuwait; é porque a maioria deles não está conseguindo passar pela estação”.²⁰⁹

De modo geral, a defaunação em curso acelera a degradação das florestas e demais mantas vegetais, pois muitas espécies de plantas são polinizadas por vertebrados e invertebrados e a maioria das espécies vegetais (segundo outras estimativas cerca de metade delas) dispersam suas sementes através dos animais. Como afirmam Haldre Rogers e colegas:²¹⁰

“A dispersão de sementes é fundamental para a persistência e disseminação das populações de plantas. Como a maioria das espécies de plantas depende de animais para dispersar suas sementes, os fatores de mudança global que afetam diretamente os animais podem causar impactos em cascata nas comunidades de plantas”.

Numa situação de emergência climática esse impacto é tanto mais grave, uma vez que essa menor dispersão limita a capacidade das espécies vegetais de se adaptar, migrando, através dos animais que carregam suas sementes, para maiores altitudes ou para latitudes mais frias. Para Evan Fricke e colegas, a defaunação já tem graves consequências para as plantas:²¹¹

“Estimamos, de modo conservador, que a defaunação de mamíferos e aves já reduziu a capacidade das plantas de se deslocar pelas mudanças climáticas em 60% globalmente. Essa forte redução na capacidade das plantas de se adaptar às mudanças climáticas por meio de mudanças de faixa [climática] mostra uma sinergia entre defaunação e mudanças climáticas que prejudica a resiliência da vegetação”.

1.4 Eliminação e degradação das coberturas florestais

Entre as causas acima apontadas da perda fulminante de natureza terrestre, a supressão e a degradação das coberturas florestais em escala planetária são sem dúvida, e de longe, as mais importantes. “As florestas são o lar de mais de 80% de todas as espécies terrestres de animais, plantas e insetos”.²¹² São também essenciais para a preservação do solo, a regulação dos

recursos hídricos, os ciclos de nutrientes, o equilíbrio das trocas de gases na atmosfera, os estoques de carbono e, conseqüentemente, a estabilidade do sistema climático global. Em 2016, James Watson e colegas reportaram estimativas, feitas na primeira metade do segundo decênio (2011 e 2014), sobre as quantidades de carbono armazenadas nas florestas boreais e tropicais, medidas em Petagramas, ou seja, em Gigatoneladas (1 Pg C = 1 Gt C):²¹³

“Estima-se que 32% do estoque global total de carbono de biomassa florestal é armazenado no bioma de floresta boreal e que a região amazônica armazena quase 38% (86,1 Pg C) do carbono (228,7 Pg C) encontrado acima do solo na vegetação lenhosa tropical da América, África e Ásia. Assim, evitar emissões protegendo as áreas selvagens globalmente significativas das florestas boreais e da Amazônia, em particular, dará uma contribuição significativa para estabilizar as concentrações atmosféricas de CO₂”.

Além disso, segundo uma declaração conjunta da FAO, UNDP e PNUMA, em condições ecológicas normais, “as florestas capturam cerca de um terço do CO₂ lançado à atmosfera pela queima de combustíveis fósseis”.²¹⁴ As florestas (e demais ecossistemas naturais terrestres) poderiam contribuir com mais de 1/3 de toda a mitigação das emissões de GEE imprescindível para conter o aquecimento em 2°C.²¹⁵ Elas são, enfim, e de modo não menos importante, espiritualmente essenciais não apenas para os povos que nelas vivem, mas para todas as culturas, sem exceção, que tiveram o privilégio de usufruir de sua presença em todos os momentos da história humana.

Ocorre que as florestas estão sendo deliberadamente destruídas e/ou perecendo por incêndios, secas e doenças a um ritmo vertiginoso. O *State of the World forests 2012*, publicado pela FAO há um decênio, estipulava que ao final da última glaciação, cerca de 12 mil anos AP, as florestas cobriam 60 milhões de km² (Mkm²), vale dizer, 45% da superfície terrestre. Em 2010, apenas 9 Mkm² (15%) da área original dessas florestas ainda permaneciam intactos. Nada menos que 51 Mkm² dessa área original de florestas em todas as latitudes haviam sido eliminados ou se encontravam em estágios diversos de degradação e fragmentação. Dos 18 Mkm² de florestas completamente eliminadas, cerca de 10 Mkm² o foram entre 1800 e 2010.²¹⁶ Entre 1950 e 2000 o desmatamento foi maior do que em toda a história humana até 1950.²¹⁷ Em 2020, a FAO e o PNUMA publicaram o *State of the World forests 2020*, com novos dados sobre a escala e a rapidez vertiginosa da destruição:²¹⁸

“Desmatamento e degradação florestal continuam ocorrendo a taxas alarmantes, contribuindo significativamente para a contínua perda de biodiversidade. Desde 1990, estima-se que cerca de 420 milhões de hectares (Mha) de floresta foram perdidos por conversão a outros usos da terra. (...) A área global de floresta primária diminuiu em mais de 80 Mha desde 1990. Mais de 100 Mha de florestas foram afetados por incêndios, pragas, doenças, seca, espécies invasoras e eventos climáticos adversos. A expansão agrícola continua a ser o principal impulsionador do desmatamento e da fragmentação da floresta”.

No que se refere à perda líquida da área de floresta, o mesmo relatório afirma que, “a área de floresta como proporção da área terrestre global (...) decresceu de 32,5% para 30,8% nas três décadas entre 1990 e 2020. Isso significa uma perda líquida de 178 Mha [1,78 Mkm²], uma área próxima do tamanho da Líbia”.²¹⁹ Trata-se de um aumento significativo em relação a 2015, pois segundo o Global Forest Resources Assessment da FAO, publicado em 2015 (FRA2015), o mundo havia perdido 1,29 Mkm² de florestas apenas entre 1990 e 2015 (perda líquida), uma área maior que a do estado do Pará (1.248.000 km²).²²⁰ Entre 2015 e 2020, portanto, sempre segundo os cálculos da FAO, houve uma perda líquida global de área de floresta da ordem de 49 Mha ou 490 mil km², em média 81 mil km² por ano. Tal como em relatórios anteriores, este último de 2020 sustenta que houve uma desaceleração do desmatamento desde a década de 1990: “a taxa de desmatamento vem declinando ao longo das últimas três décadas. (...) Entre 2015 e 2020, a taxa de desmatamento foi estimada em 10 Mha por ano, bem abaixo dos 16 Mha por

ano durante os anos 1990".²²¹ A Tabela 1.4 mostra essa desaceleração em termos de perda líquida de área de floresta em média por ano.

Tabela 1.4 – Mudança global líquida da área de floresta na média de Mh/ano e de %/ano

| Período | Mudança líquida (Mha/ano) | Taxa líquida de mudança (%/ano) |
|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1990 – 2000 | - 7,84 | 0,19 |
| 2000 – 2010 | - 5,17 | 0,13 |
| 2010 – 2020 | - 4,74 | 0,12 |

Fonte: FAO & UNEP, *The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people*, p. 11, Tabela 1 <<https://www.fao.org/3/ca8642en/ca8642en.pdf>>.

Essa tendência pode ser considerada como alvissareira, claro, mas por várias razões ela pode induzir em erro ou em falso otimismo: 1. A FAO baseia-se em dados reportados pelos governos dos países, nem sempre confiáveis. 2. Ela pode indicar redução do desmatamento em regiões onde não há já muito mais a desmatar (como lembra Antônio Donato Nobre, em comunicação pessoal). 3. Ela é, enfim, francamente contestada por mais de um estudioso, entre os quais por Jeff Tollefson. Para ele, “a taxa de perda de floresta nos trópicos aumentou em 62% na primeira década do milênio em relação aos anos 1990. Isso contradiz os relatórios da FAO segundo os quais ela decresceu”.²²² Também a Figura 1.3, abaixo, contradiz a FAO.²²³ Isso posto, essa controvérsia é menos importante do que o seguinte fato: mesmo que os números da FAO sejam corretos, isso significa uma perda líquida de florestas de 47,4 mil km² de florestas em média por ano entre 2010 e 2020, uma sentença de morte a curto e médio prazo para grande parte das florestas do mundo todo, sobretudo para as florestas tropicais, terrivelmente fragilizadas, como se verá abaixo na seção 1.4, e no capítulo 3, dedicado especificamente à Amazônia.

Talvez em nenhum outro objetivo dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável a dissonância entre a fabulação da “sustentabilidade” e a realidade seja tão aguda. O Objetivo 15, “Vida na Terra”, afirma: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”. E o alvo 2 deste Objetivo precisa: “Até 2020, promover a implementação do manejo sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento e o reflorestamento globalmente”.²²⁴ Vejamos agora três indicadores centrais de realidade:

(a) entre 1997 e 2011, incêndios se estenderam, na média anual global, por 348 milhões de hectares (Mha ou 3,48 Mkm²) de florestas, com variação ano a ano entre 301 e 377 Mha. As savanas da África e da América do Sul, entre as quais as do Cerrado brasileiro, foram as que queimaram em maior proporção.²²⁵ Muitos incêndios avançaram sobre florestas que não coevoluíram com incêndios, entre as quais as florestas equatoriais, vítimas do processo de desmatamento que as substitui por *commodities* agropecuárias. O CO₂ liberado por esses incêndios pode ser mais da metade das emissões de CO₂ produzidas pela queima de combustíveis fósseis.²²⁶ Além disso, se é verdade que o fogo fazia parte da paisagem evolutiva de muitas florestas boreais, entre outras, mesmo nessas florestas os incêndios passaram a ser simplesmente destrutivos, à medida que as estações climáticas susceptíveis de sofrer grandes incêndios se tornaram mais longas e as áreas queimadas também aumentaram significativamente entre 1979 e 2013.²²⁷ Entre junho de 2019 e fevereiro de 2020, 187 mil km² foram destruídos pelo fogo (*bushfires*) na Austrália, matando 34 pessoas e reduzindo a cinzas ao menos 3.500 casas. Em 2021, as estações de incêndios no Oeste da América do Norte, por exemplo, já se tornaram 40 a 80 dias mais longas do que há 30 anos, e a imprensa tem fartamente noticiado os efeitos catastróficos dos recentes megaincêndios florestais, inclusive sobre as icônicas sequoias da Califórnia (*Sequoiadendron giganteum*).²²⁸ A potência destrutiva

dos incêndios nas florestas boreais também vem aumentando, tal como se verá na próxima seção (1.5 Florestas boreais).

(b) o fracasso retumbante da Declaração de Nova York sobre as Florestas, um acordo não vinculante concluído em 23 de setembro de 2014 e estruturado em 10 metas, sendo as duas mais importantes: (1) “reduzir pela metade a perda de floresta natural até 2020 e envidar esforços para eliminar essa perda até 2030”; (2) “restaurar 150 Mha [1,5 Mkm²] de paisagens e florestas degradadas até 2020, e aumentar significativamente a taxa de restauração global a partir de então, o que restauraria pelo menos 200 milhões de hectares adicionais até 2030”.²²⁹ Isso significaria restaurar, ao todo, 350 Mha até 2030, uma área maior que a da Índia (3.287.000 km²). Significaria também reduzir entre 4,5 e 8,8 GtCO₂ ao ano, um montante próximo das emissões anuais de CO₂ dos EUA, o segundo país mais emissor do mundo, após a China. A Declaração foi firmada nesse mesmo ano de 2014 por 191 signatários, entre os quais 40 países (com as lamentáveis ausências do Brasil, Bolívia, China, Rússia e Venezuela), 20 representações subnacionais (o Brasil esteve representado subnacionalmente pelos estados do Amapá, Amazonas e Acre), 56 grandes corporações, 15 associações indígenas e 57 ONGs. A Figura 1.3 mostra a dimensão do fracasso dessa Declaração, passados cinco anos de sua assinatura.

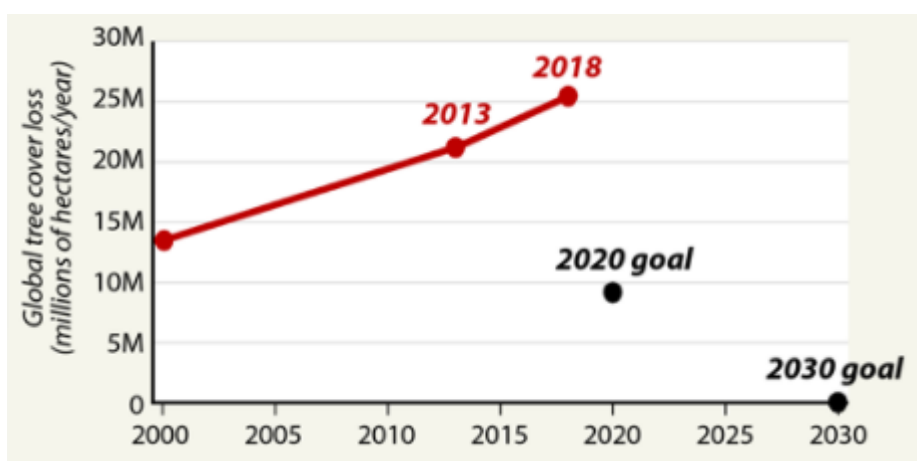


Figura 1.3 – Perda bruta de cobertura arbórea entre 2000 e 2018 (em milhões de hectares), em relação aos dois objetivos (2020 e 2030) da Declaração de Nova York sobre as Florestas, de 2014.

Fonte: Georgina Gustin, “Deforestation Is Getting Worse, 5 Years After Countries and Companies Vowed to Stop It”. *Inside Climate News*, 13/IX/2019.

<<https://insideclimatenews.org/news/13092019/forest-loss-rate-global-deforestation-amazon-fires-corporate-agribusiness-international-declaration/>>.

Como afirmava Fiona Harvey, uma jornalista do *The Guardian*, em 2019 as florestas do mundo estavam perdendo então, anualmente, uma área do tamanho do Reino Unido (242.495 km²) ou do estado de São Paulo (248.209 km²).

(c) Segundo dados do Global Forest Watch, de 2001 a 2020, a perda global acumulada de cobertura arbórea atingiu 4,11 milhões de km². Isso significa uma perda de 10% da área de cobertura arbórea em relação ao ano 2000.²³⁰ A Figura 1.4 mostra a evolução desse processo, discriminando a perda em cobertura arbórea tropical e não tropical.

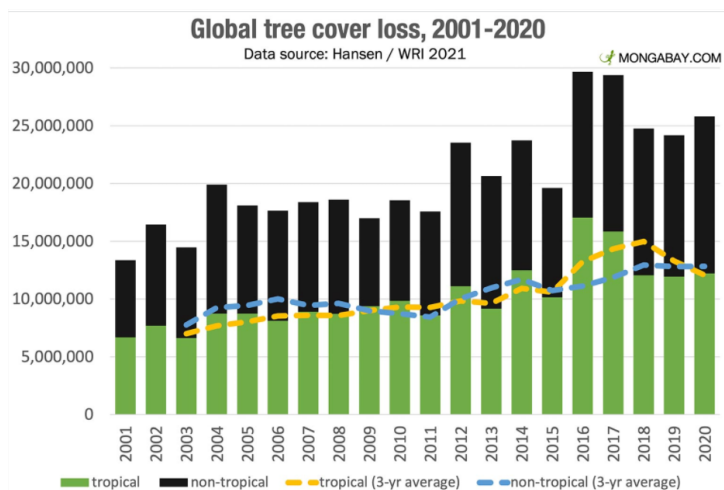


Figura 1.4 - Perda bruta global de cobertura arbórea entre 2001 e 2020, medida em hectares. A parte inferior da coluna mostra as perdas de cobertura arbórea em florestas tropicais e a parte superior as perdas em florestas não tropicais. As linhas pontilhadas mostram a evolução dessas perdas a cada três anos.

Fonte: Rhett Butler, “Global forest loss increased in 2020”. Mongabay, 31/III/2021, baseado em dados da Global Forest Watch e do World Resources Institute.

<https://news.mongabay.com/2021/03/global-forest-loss-increases-in-2020-but-pandemics-impact-unclear/>

Ao contrário do Objetivo 15, o que as Figuras 1.3 e 1.4 mostram é um salto na perda de cobertura arbórea *justamente* nos cinco anos imediatamente sucessivos à adoção da Declaração de Nova York e dos 17 ODS. Entre 2016 e 2020, a perda global de cobertura arbórea (tropical e não tropical) variou entre 250 a 300 mil km² por ano. E as linhas pontilhadas na Figura 1.4 mostram um aumento gradual e constante das perdas nas médias trienais desde 2001.

Estimativas propostas por Thomas Crowther e colegas da densidade das coberturas arbóreas em escala global indicam a existência de 3,04 trilhões de árvores no planeta. Trata-se de um montante à primeira vista imponente, mas, como visto acima, o número original de árvores desde o início da civilização caiu quase pela metade (46%). Mais de 15 bilhões de árvores são derrubadas anualmente, uma perda bruta, portanto, de mais de 0,5% ao ano em relação a esse estoque de árvores remanescente.²³¹ O impacto dessas perdas sobre a extinção de espécies vegetais é enorme. Um levantamento global de espécies vegetais dotadas de sementes (espermatófitas) revelou que cerca de três espécies desse grupo de plantas foram levadas à extinção a cada ano desde 1900, uma taxa de extinção 500 vezes maior do que a taxa de base.²³²

1.5 Florestas boreais

Embora muito menos ricas que as florestas tropicais em biodiversidade, as florestas boreais (taiga) que circundam o planeta em suas altas latitudes estendem-se por cerca de 12 milhões de km² (Mkm²). Situam-se grosso modo entre as latitudes 45° e 70° N, entre a tundra ao norte e as florestas temperadas ao sul, e recobrem vastos territórios do Alasca, Canadá, Escandinávia, Rússia e o Nordeste da China. São dominadas por poucas espécies de coníferas (abetos, pinheiros, álamos etc.) e abrigam uma enorme variedade de espécies de pássaros. A biomassa, os solos ricos em turfeiras e os corpos d’água das florestas boreais desempenham um papel fundamental na regulação do carbono planetário e, portanto, do sistema climático. Entre 30% e 40% das florestas boreais crescem sobre permafrost e seus solos são saturados de umidade durante boa parte da primavera. Nos últimos decênios, porções gigantescas de florestas primárias boreais estão sendo devastadas e poluídas pela indústria madeireira, estradas, reservatórios, mineração e pela indústria de combustíveis fósseis.²³³ Além desse ataque direto, a emergência climática intensifica os incêndios e a destruição das árvores por insetos e demais espécies invasoras.²³⁴ Em 2018, o IPCC (SR1.5 2018) afirmava:²³⁵

“Estima-se que cerca de 4% (intervalo interquartil 2 a 7%) da área terrestre dos ecossistemas sofram uma transformação de um tipo para outro num aquecimento global de 1°C. A tundra de alta latitude e as florestas boreais estão particularmente em risco de degradação e perda induzidas pela mudança climática, com arbustos invadindo a tundra (alta confiabilidade) e isso continuará com o aquecimento adicional”.

A Rússia tem a maior área de floresta e um quinto das árvores do mundo, sendo que cerca de dois terços de todas as suas florestas crescem sobre permafrost.²³⁶ O aquecimento global e o efeito de fertilização pelo aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ têm favorecido um mais rápido crescimento dessas árvores e a expansão da taiga em direção à tundra, no Ártico, o que está implicando uma capacidade de sequestro de carbono maior do que antes estimado.²³⁷ Esse maior sequestro de carbono é, por outro lado, compensado antes de mais nada pelo desmatamento. Entre 2001 e 2020, a Rússia perdeu 695 mil km² de sua cobertura arbórea, o equivalente a 9,1% de sua área em 2001. Além disso, o ritmo dessa perda é claramente maior no segundo decênio do século, comparado com o primeiro, como mostra a Figura 1.5.

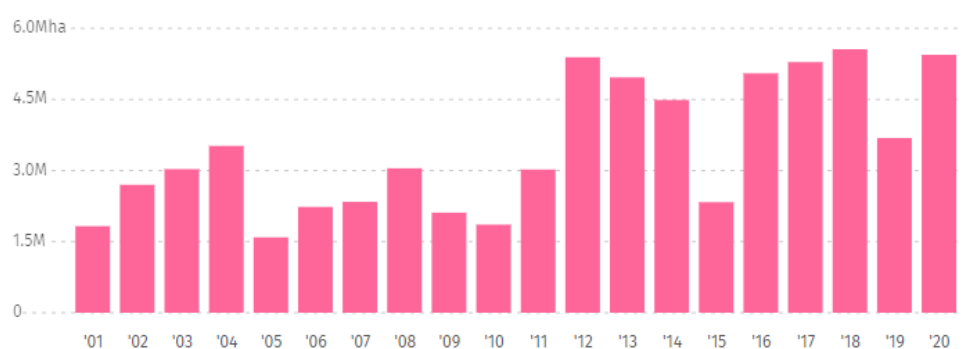


Figura 1.5 - Perda de cobertura arbórea bruta na Rússia entre 2001 e 2020 (em milhões de hectares)

Fonte: Global Forest Watch, Tree Cover Loss in Russia

Grande parte dessa perda ocorreu ilegalmente e cerca de um quinto das árvores perdidas teve a China por destino.²³⁸ A Declaração conjunta entre a Rússia e a China, de 4 de fevereiro de 2022, afirma: “A Amizade entre os dois Estados não tem limites, não há entre eles áreas ‘proibidas’ de cooperação”.²³⁹ Essa aliança baseia-se, como ninguém ignora, em interesses geopolíticos comuns, mas também no fato de que a Rússia é uma fonte abundante de suprimento de combustíveis fósseis e de madeira, entre outras *commodities*, para a China. Em 2020, as exportações russas para a China somaram 49,3 bilhões, dos quais US\$ 28,2 em petróleo (cru e refinado) e em madeira serrada. Nos últimos 25 anos, essas exportações cresceram à taxa média anual de 11,6%, multiplicando-se nesse período por mais de 15 vezes.²⁴⁰

Embora o fogo seja parte constitutiva da evolução das florestas boreais, os incêndios florestais que vêm se alastrando pela Sibéria no século XXI excedem em muito a escala e a frequência dessas perturbações naturais e mesmo os incêndios em outras regiões das florestas boreais. Segundo Safford e Vallejo, acima citados:²⁴¹

“Entre 2001 e 2007, a floresta boreal na Sibéria central experimentou mais de 3 vezes mais área queimada e mais de 16 vezes mais incêndios do que o Canadá em uma base de área igual. Na Rússia, 86% dos incêndios foram causados pelo homem, enquanto 80% dos incêndios no Canadá foram provocados por raios”.

Em 2010, 2012, 2015, 2018, 2019 e 2021, incêndios descomunais devastaram a Rússia. Durante o verão russo de 2021, manchetes internacionais alertavam sobre novos incêndios, sobretudo na República de Sakha (Yakutia), uma região de cerca de 3 milhões de km² no NE da Sibéria,

largamente recoberta de permafrost e com 40% de seu território acima do Círculo Polar Ártico. Exacerbados pelo verão mais seco em 150 anos, pelas maiores temperaturas dos registros históricos e por ventos fortes, esses incêndios haviam atingindo o recorde histórico de 170 mil km², até então detido pelos incêndios de 2012. Eles não eram apenas os maiores incêndios florestais do mundo, mas se alastravam sobre solos úmidos e turfeiras, lançando na atmosfera quantidades descomunais de carbono, além de nuvens de fumaça que viajavam, pela primeira vez, até o Polo Norte, a Mongólia, a Groenlândia e a América do Norte.²⁴² Peter Carter advertia então, através de uma mensagem de Twitter, que “a bomba de carbono do Ártico, há muito temida, está explodindo”. (“*The long feared Arctic carbon bomb is exploding*”). No mesmo diapasão, o Copernicus Atmosphere Monitoring Service divulgou que “as emissões estimadas a partir de incêndios florestais na Rússia como um todo entre junho e agosto [de 2021] montam a 970 megatoneladas [milhões de toneladas], 806 megatoneladas das quais provenientes da República de Sakha e Chikotka”.²⁴³ Para efeito de comparação, as emissões antropogênicas de CO₂ da Alemanha em 2019 montaram a 880 milhões de toneladas.

As florestas boreais da América do Norte estendem-se por 6,27 milhões de km² (5,5 Mkm² no Canadá) grande parte dos quais sobre territórios recentemente reconhecidos como de administração indígena. Essas florestas e solos norte-americanos abrigam algumas das maiores turfeiras, lagos e rios do mundo e uma quantidade imensa de carbono. Apenas a parte canadense dessas florestas, turfeiras e permafrost armazenam 208 bilhões de toneladas de carbono. Também essas florestas estão sendo devastadas pela indústria madeireira. Como afirmam Courtenay Lewis e Ashley Jordan:²⁴⁴

“Entre 1996 e 2015, a indústria madeireira desmatou uma área de florestas boreais do Canadá equivalente à do estado de Ohio [116 mil km²]. Nos últimos anos, o Canadá é superado globalmente apenas pela Rússia e pelo Brasil em sua taxa de perda de paisagem florestal intacta”.

Nos últimos decênios, vêm aumentando a envergadura e a frequência dos incêndios, sobretudo no Alasca e no Canadá ocidental, “talvez em um nível não ocorrido nos últimos 10 mil anos”.²⁴⁵ A perda de hábitat e de grandes corredores migratórios para os grandes mamíferos, tais como o caribu, afetam muito adversamente a biodiversidade animal. Todas as populações de caribu, que têm nessas florestas seu único hábitat, são hoje consideradas ameaçadas de extinção. Perdas imensas constata-se também em populações de carnívoros, pássaros e invertebrados, com muitas dessas espécies consideradas igualmente ameaçadas ou próximo de ameaçadas pela Lista Vermelha da IUCN.

1.6 A destruição das florestas tropicais

Um dado inicial mostra do modo mais simples e direto a interdependência entre clima e florestas tropicais: de um lado, o aquecimento global já está pondo em risco essas florestas e, de outro, sem sua existência o planeta seria em média ao menos 1°C mais quente, dados os efeitos combinados de armazenamento de carbono e de resfriamento da atmosfera via evapotranspiração (sendo este último mecanismo responsável por um terço desse efeito de resfriamento entre 50° a norte e a sul da linha do Equador).²⁴⁶ No que se refere à manutenção da biodiversidade, a relação é amplamente conhecida. John Alroy formula de modo adequado a relação causal direta entre a destruição das florestas tropicais e a extinção em massa de espécies:²⁴⁷

“A atual extinção em massa de espécies ocorrerá em grande parte nas florestas tropicais porque a biodiversidade terrestre da Terra está fortemente concentrada nesses ecossistemas. A mudança climática global pode ser catastrófica para as árvores tropicais e outros organismos.

Mas o problema imediato mais urgente é o desmatamento massivo e acelerado, que removeu cerca de 5% da cobertura global na década entre 2000 e 2010”.

A centralidade das florestas tropicais no que se refere ao atual avanço da aniquilação biológica é evidente: “As florestas tropicais ocupam apenas cerca de 7% da superfície da Terra, mas são o lar de cerca de dois terços da diversidade da flora e da fauna”.²⁴⁸ Ocorre que o ritmo de sua destruição no primeiro decênio do século XXI, tal como constatado acima por John Alroy, não fez senão se acelerar no segundo. Como sublinha a avaliação de 2019 feita pelo IPBES: “a taxa de perda das paisagens de florestas tropicais intactas triplicou em 10 anos, devido à indústria madeireira, à expansão agropecuária, ao fogo e à mineração (bem estabelecido)”.²⁴⁹ Segundo o relatório *State of Tropical Rainforest*, publicado pela Rainforest Foundation Norway (2019), 34% dessas florestas já foram completamente eliminadas e 30% apresentam vários estágios de degradação. O total das áreas de florestas tropicais eliminadas ou degradadas representa 9.333.098 km² dos 14.580.513 km² originais.²⁵⁰

As florestas tropicais ainda intactas, reduzidas hoje a 5,2 milhões de km², continuam sendo brutalmente atacadas. Em 24 frentes maiores de desmatamento analisados pelo WWF na América Latina, África Subsaariana, Sudeste asiático e Oceania, cobrindo ao todo uma área de 7,1 milhões de km² (compreendendo florestas intactas e degradadas), houve perda completa de 430 mil km² de florestas apenas entre 2004 e 2017. Cerca de 45% das florestas nessas 24 frentes de desmatamento sofreram algum tipo de fragmentação, o que as tornou mais vulneráveis ao fogo e mais acessíveis a ulteriores desmatamentos.²⁵¹ Em 2020, a perda de cobertura arbórea nos Trópicos foi de 122 mil km², dos quais 42 mil km² foram de perdas de florestas tropicais primárias, resultando em emissões, decorrentes apenas da perda destas florestas primárias, de 2,64 GtCO₂, um volume de emissões equivalente às emissões da Índia em 2019, relativas à queima de combustíveis fósseis e à produção de cimento (2,63 GtCO₂).²⁵² A Tabela 1.5 e a Figura 1.6 mostram as perdas brutas, anuais e acumuladas, de cobertura arbórea primária nos Trópicos entre 2002 e 2020, bem como as médias trienais dessas perdas. Todos os dados são calculados a partir de uma cobertura mínima de 30% de dossel.

Tabela 1.5 - Perdas brutas, anuais e acumuladas, de cobertura arbórea primária nos Trópicos entre 2002 e 2020 em milhões de hectares (Mha)

| Ano | Perdas em Mha | Ano | Perdas em Mha |
|------|---------------|-------|---------------|
| 2002 | 2,66 | 2012 | 3,6 |
| 2003 | 2,49 | 2013 | 2,64 |
| 2004 | 3,4 | 2014 | 3,59 |
| 2005 | 3,33 | 2015 | 2,93 |
| 2006 | 2,81 | 2016 | 6,13 |
| 2007 | 2,9 | 2017 | 5,0 |
| 2008 | 2,71 | 2018 | 3,65 |
| 2009 | 2,8 | 2019 | 3,75 |
| 2010 | 3,3 | 2020 | 4,21 |
| 2011 | 2,75 | Total | 64,65 |

Fonte: Mikaela Weisse & Elizabeth Goldman, “Primary Rainforest Destruction Increased 12% from 2019 to 2020 World Resources Institute – Global Forest Watch <<https://research.wri.org/gfr/forest-pulse>>

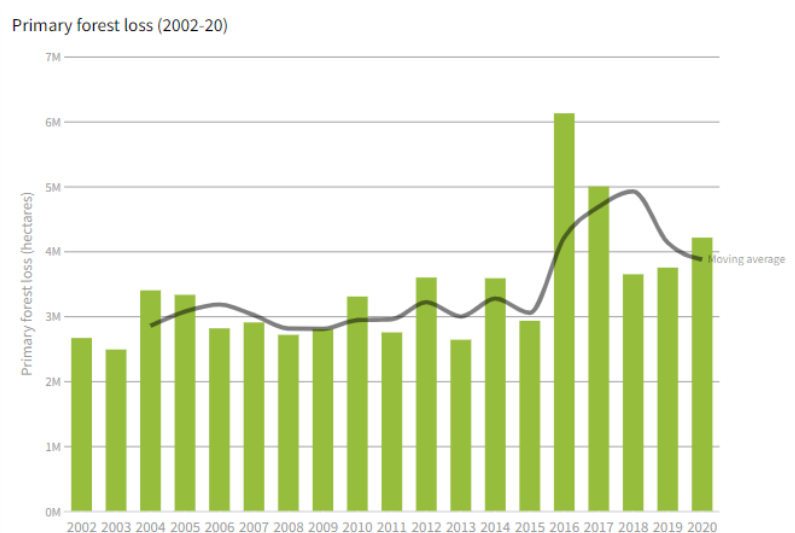


Figura 1.6 - Perdas brutas anuais e médias trienais de cobertura arbórea primária nos Trópicos entre 2002 e 2020 em milhões de hectares (Mha)

Fonte: World Resources Institute – Global Forest Watch <<https://research.wri.org/gfr/forest-pulse>>

Esses dados suscitam seis observações:

1. Perdas de cobertura arbórea primária equivalem a perdas de floresta primária.
2. As perdas brutas totais de cobertura arbórea tropical primária nestes 19 anos (2002-2020) foram de 64,65 Mha, ou 646 mil km², uma área equivalente a mais de 2 vezes $\frac{1}{2}$ a área do estado de São Paulo (248.209 mil km²).
3. Essas perdas foram muito maiores no segundo decênio do que no primeiro e mostram uma clara aceleração a partir de 2016. No primeiro decênio do século (2002-2010) ela foram, na média anual, de 2,93 Mha (29 mil km²) e em nenhum ano foram maiores que 34 mil km². No segundo decênio, elas saltaram na média anual para 3,82 Mha (38 mil km²), um aumento, portanto, de cerca de 30% na comparação entre os dois decênios.
4. Em apenas três anos, no primeiro decênio, elas foram superiores a 30 mil km², ao passo que no segundo decênio elas ultrapassaram esse marco 7 vezes.
5. Em 2020, essas perdas aumentaram pela segunda vez consecutiva, algo que só aconteceu no triênio 2008-2010.
6. Como mostra a Tabela 1.5, acima, apenas entre 2013 e 2019 houve perda de 27,69 Mha (276 mil km²) de florestas tropicais primárias. Ocorre que, ao todo, somando-se florestas tropicais primárias e não primárias, a perda de cobertura florestal tropical alcançou, segundo o Forest Trends, 77 Mha (770 mil km²), dos quais ao menos 32 Mha (320 mil km²) foram desmatados de modo ilegal.

1.7 A guerra de aniquilação biológica pelo sistema alimentar globalizado

A proporção diminuta das florestas primárias remanescentes nas florestas tropicais não amazônicas em 2020 e, de modo geral, o conjunto dos dados expostos na seção 1.6 mostram com implacável nitidez que há em curso nos Trópicos uma guerra de aniquilação da vida. O aniquilador não é, por certo, uma entidade alienígena como na *Guerra dos Mundos*, o célebre romance que H.G Wells publicou em 1897, Orson Welles dramatizou em 1938 e Hollywood não se cansa de adaptar. O principal inimigo da vida terrestre no planeta, ao menos da vida tal como

ela se apresenta nos Trópicos, com sua máxima abundância e variedade, é o sistema alimentar globalizado. É tal a importância desse sistema no âmbito das crises socioambientais contemporâneas, que a ele dedico um capítulo à parte, o capítulo 2. Desde logo é preciso adiantar, contudo, dois pontos. Em primeiro lugar, o agronegócio não se confunde com o sistema alimentar global. Sendo apenas uma peça dessa máquina de guerra, o agronegócio funciona, por assim dizer, como sua falange de assalto às florestas e demais biomas tropicais. Destruidor de solos, de recursos hídricos, de habitats silvestres e de biodiversidade, além de consumidor voraz de antibióticos, hormônios, agrotóxicos e fertilizantes industriais, que ele dispersa em quantidades crescentes na natureza, o agronegócio é a brigada de choque desse sistema, ávida por avançar sobre territórios indígenas e áreas de proteção ambiental, por saquear e reduzir toda e qualquer paisagem natural ainda não antropizada a pastagens e a monoculturas. As madeiras degradam as florestas, preparando o terreno para o agronegócio, que as queima e arrasa.

Do conceito de alimento ao de commodity

Em segundo lugar, convém esclarecer que, quando se fala em sistema alimentar globalizado, o termo alimentar deveria, a rigor, ser escrito entre aspas, porque esse sistema não produz alimentos, não os concebe como um direito humano elementar e tampouco está interessado na segurança, qualidade e diversidade nutricional de seus produtos. Como sublinha o relatório da *The Lancet Commission*, o sistema alimentar globalizado está adoecendo a humanidade.²⁵³

“Má nutrição em todas as suas formas, incluindo obesidade, subnutrição e outros riscos dietéticos, é a causa principal das más condições de saúde em todo o mundo. (...) Má nutrição, seja por deficiências de micronutrientes, a chamada ‘fome oculta’, seja por sobrepeso e obesidade, afeta cerca de 3,4 bilhões de pessoas em todo o mundo. Em decorrência disso, a FAO agora identifica as doenças não transmissíveis causadas por dietas inapropriadas como a causa número um de morte prematura em todo o mundo.”

O que esse sistema qualificado de modo inapropriado como alimentar produz são *commodities*, vale dizer, monoculturas tóxicas cultivadas em grandes propriedades, voltadas para os mercados globais e controladas por uma complexa cadeia corporativo-financeira extremamente concentrada. Essa rede recobre o inteiro arco dessa atividade econômica, da agroquímica e da bioengenharia (sementes, agrotóxicos, fertilizantes industriais) ao maquinário, à comercialização, transporte, (ultra)processamento industrial e, enfim, ao estabelecimento do sistema de preços, no qual a especulação financeira na NYSE Chicago desempenha um papel sempre mais importante.

Tal como apontado na Introdução, os anos 1980 – a década Reagan-Thatcher – são os anos em que a regressão social promovida pela extrema globalização do capitalismo ganha maior tração. O sistema alimentar é parte dessa tendência geral. Matthew Canfield e colegas fazem notar que, desde 1986, o Banco Mundial promoveu uma redefinição essencial do conceito de segurança alimentar.²⁵⁴ Não se tratava mais de um direito humano fundamental, tal como proclamado pelo Artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948, mas “da capacidade de adquirir alimentos” (*the ability to purchase food*). Em 1989, o Departamento de Agricultura dos EUA consagrou definitivamente essa redefinição em chave mercantil do conceito de segurança alimentar:²⁵⁵

“Os EUA sempre sustentaram que autossuficiência e segurança alimentar não são a mesma coisa. A segurança alimentar – a capacidade de adquirir os alimentos de que você precisa quando precisa – é melhor fornecida por meio de um mercado mundial que funciona sem problemas.”

Essa transformação brutal da noção de segurança alimentar, que deixa de ser um direito e passa a ser uma variável do poder aquisitivo, equivale, em suma, à transição do conceito de alimento

ao conceito de *commodity*. Ela foi institucionalizada em meados dos anos 1990, quando 123 países firmaram um protocolo na OMC (Agreement on Agriculture protocol), consagrando o “livre comércio” como imprescindível à obtenção de segurança alimentar. Estava aberta a via para o controle absoluto do sistema alimentar pela rede corporativa. Hoje, por exemplo, quatro megacorporações – Bayer, Corteva, ChemChina-Syngenta e Limagrain – controlam mais de 50% da oferta de sementes do mundo todo.²⁵⁶ Essas corporações não apenas detêm os direitos de patente sobre “suas” sementes, mas estão reduzindo cada vez mais sua variedade genética em função de sua adequação aos agrotóxicos (sementes transgênicas) e da maximização de seus lucros. Segundo o *State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (2010), da FAO, entre 1900 e 2000, 75% da variedade genética de cultivos alimentares desapareceu.²⁵⁷

Esse processo acelerou-se imensamente a partir dos anos 1980, durante a chamada “terceira onda” de reestruturação dessa indústria, impulsionada pela biotecnologia, quando essas megacorporações conquistam e consolidam direitos legais sobre o uso dessas sementes. Em 1995, não havia ainda sementes transgênicas comercializadas em escala. Em 2017, cerca de 190 milhões de hectares de cultivos agrícolas no mundo utilizavam algum tipo dessas sementes geneticamente modificadas. As maiores áreas desses cultivos encontravam-se então nos EUA (40%), Brasil (26%) e Argentina (12%).²⁵⁸ Em 2016, no Brasil e na África do Sul essas quatro megacorporações controlavam 97% e 99%, respectivamente (medidas em valor monetário) das sementes para o plantio de milho. No caso da soja, esse controle era de 82% para o Brasil, 89% para a Argentina e 96% para o Paraguai e para a África do Sul.²⁵⁹

1.8 Agrotóxicos

Tal como ocorre com as sementes, a Bayer, a Corteva e a ChemChina-Syngenta dominam a produção e o mercado de agrotóxicos, juntamente com a BASF, que vem adquirindo recentemente outras empresas do setor. Segundo dados analisados por Jennifer Clapp, o controle do mercado de sementes e agrotóxicos exercido por essas quatro megacorporações atingiu a partir de 2015 níveis sem precedentes de oligopólio, graças a sucessivas fusões horizontais e não horizontais, conforme mostra a Tabela 1.6.

Tabela 1.6 - Participação nos mercados globais de sementes e agrotóxicos de quatro megacorporações: Bayer, Corteva, ChemChina e Basf

| | Sementes | Agrotóxicos |
|------|----------|-------------|
| 1994 | 21% | 29% |
| 2009 | 54% | 53% |
| 2018 | 60% | 70% |

Fonte: Jennifer Clapp, “The problem with growing corporate concentration and power in the global food system”. *Nature Food*, 2, 6, 3/VI/2021, pp. 404-408.

É de elementar evidência que o sistema de monocultura em grandes extensões de terra engendra um círculo vicioso de uso crescente de agrotóxicos à medida que as espécies visadas se tornam mais resistentes. Para as megacorporações da agroquímica, esse círculo vicioso é obviamente vantajoso, pois implica sempre melhores resultados em suas vendas. Além disso, ele aprisiona os agricultores na armadilha de uma eterna dependência de novos agrotóxicos, capazes de vencer as novas resistências. A Tabela 1.7 mostra em 8 países de grande produção agrícola o aumento do uso de agrotóxicos entre 1990 (quando ainda não se usavam sementes geneticamente modificadas) e 2017.

Tabela 1.7 - Uso de agrotóxicos em 1990 e 2017 em quilo(s) por hectare em países selecionados

| | 1990 | 2017 |
|-----------|------|-------|
| Argentina | 0,95 | 4,88 |
| Brasil | 0,88 | 5,95 |
| Canadá | 0,71 | 2,37 |
| China | 5,87 | 13,07 |
| Espanha | 1,96 | 3,59 |
| EUA | 2,14 | 2,54 |
| México | 1,22 | 1,77 |
| Peru | 0,33 | 1,85 |

Fonte: Our World in Data, "Pesticides. Average pesticide application per unit of cropland, measured in kilograms per hectare" <https://ourworldindata.org/grapher/pesticide-use-per-hectare-of-cropland?time=latest>

Esses dados são consistentes com o relatório produzido em 2021 pelo Departamento de Políticas para as Relações Exteriores (Policy Department for External Relations) do Parlamento Europeu, segundo o qual o Brasil e a Argentina estão hoje na categoria dos países que utilizam entre 3,12 e 7,04 quilos de agrotóxicos por hectare de plantação.²⁶⁰ Embora a China ainda use mais do dobro de agrotóxicos por hectare plantado do que o Brasil, nenhum país do mundo multiplicou o uso de agrotóxicos por um fator de 6,7 em apenas 28 anos (0,88 para 5,95 quilos/hectare), como ocorreu no Brasil. A Figura 1.7 mostra a evolução do número de registros de agrotóxicos licenciados para comercialização pelo governo federal (Ministério da Agricultura, Anvisa e Ibama) entre 2005 e 2020.

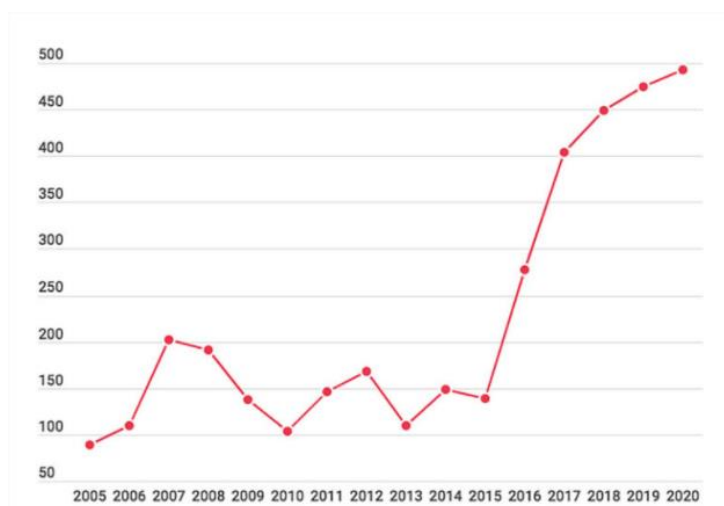


Figura 1.7 - Evolução dos registros de agrotóxicos licenciados para comercialização no Brasil entre 2005 e 2020. Fonte: Pedro Grigori, "2020 é o ano com maior aprovação de agrotóxicos da história". *CicloVivo*, 19/1/2021.

Como se pode observar, entre 2005 e 2007 o número de novos registros de agrotóxicos mais que duplicou, vindo, contudo, sucessivamente, a se estabilizar entre 100 e pouco mais de 150 novos produtos licenciados por ano. A partir de 2015, consumada a capitulação do governo de Dilma Rousseff às pressões do agronegócio, o número de novos registros explode, mais que triplicando até 2020. Como faz notar Pedro Grigori, acima citado, quase 1/3 dos mais de três mil agrotóxicos comercializados no Brasil recebeu registro durante os dois anos de governo Bolsonaro e o segundo ano de seu mandato terminou com 493 novos agrotóxicos, superando com mais 19 novos agrotóxicos o recorde de 2019. Em 2020 foram licenciados cinco novos princípios ativos: dinotefuram, piroxasulfone, tiencarbazona, a fenpirazamina e o tolfenpirade, usados na formulação de 13 novos agrotóxicos, sendo o tolfenpirade considerado altamente

tóxico pela Anvisa. Os agrotóxicos produzidos pela China foram os que mais receberam esses novos registros.

As mortes e os efeitos deletérios, agudos e crônicos, desse uso crescente de agrotóxicos sobre os humanos têm sido exaustivamente demonstrados, como se verá em detalhe no capítulo 8 (seção 8.4 Intoxicação, adoecimento e mortes prematuras). Se para a saúde e para a vida humana os agrotóxicos são um fator de alto e crescente risco, para as outras espécies, tais como peixes, mamíferos, pássaros e insetos, eles representam cada vez mais uma ameaça existencial. Há exatamente 60 anos, Rachel Carson lançou o primeiro alerta a respeito da mortandade animal causada por agrotóxicos, no caso um organoclorado chamado DDT. A situação atual é muito pior. “Muitos de nós estamos familiarizados com o livro seminal de Rachel Carson, *Primavera silenciosa*”, afirma um texto da ONG Defenders of Wildlife. “Mas bem poucos têm consciência de que mais pesticidas são usados hoje do que no tempo em que seu livro foi publicado.” Na realidade, prossegue o texto, “muitas de nossas substâncias químicas novas e mais comuns são tão ou mais perigosas para a vida selvagem e alguns compostos nocivos muito próximos do DDT estão ainda em uso”.²⁶¹ De fato, as ameaças e a mortandade animal só aumentaram desde 1962 e há hoje uma verdadeira biblioteca de dados e análises a atestá-lo, em vão. Nos EUA, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) adverte desde 2016 que dois dos pesticidas organofosforados mais utilizados naquele país (e em muitos outros, inclusive no nosso) – o malation e o clorpirifós – ameaçam provavelmente 97% das 1.782 espécies de mamíferos, pássaros, peixes, répteis e plantas protegidas pela Endangered Species Act, em suma, a quase totalidade da flora e da fauna ameaçada de extinção. O diazinon intoxica 79% das espécies consideradas ameaçadas de extinção. De resto, não apenas as outras espécies, pois a OMS declarou em 2015 que o malation e o diazinon “são provavelmente carcinogênicos para os humanos”.²⁶²

1.9 Declínio dos insetos e dos polinizadores

Segundo Robert M. May, o número de espécies aumenta na proporção inversa de seu tamanho,²⁶³ e os invertebrados compõem, segundo esse autor, 97% de todas as espécies animais, sendo que apenas os Artrópodes, o maior filo existente, abrangem 84% das espécies de animais conhecidas.²⁶⁴ Os insetos compõem a maioria das espécies nesse filo. O IPBES acolhe estimativas segundo as quais há cerca de 6 milhões de espécies de insetos, algo como 75% das espécies eucariotas existentes, e alerta: “A proporção de espécies de insetos ameaçadas de extinção é uma incerteza central, mas evidências disponíveis dão suporte a uma estimativa hipotética de que 10% dessas espécies estão ameaçadas (estabelecido, mas incompleto)”.²⁶⁵ Se há muita incerteza sobre o número de espécies de insetos ameaçadas de extinção, há ainda mais incerteza sobre os níveis atuais de ameaça aos invertebrados em geral, pois apenas 1% dos 1,4 milhão de espécies descritas foi avaliado pela IUCN. Estima-se, contudo, que, desde 1970, houve um declínio de 45% das populações de invertebrados, segundo dados de um monitoramento global para 452 espécies desses animais.²⁶⁶ Os dados da IUCN sobre o estado de 203 espécies de insetos monitorados, pertencentes a cinco ordens, mostram que as espécies com populações em declínio superam em muito as que têm apresentado aumento de populações.²⁶⁷ Em 2017, Caspar Hallmann e colegas observaram que em 63 reservas naturais na Alemanha ocorreu um declínio sazonal de 76% e um declínio no meio do verão de 82% da biomassa dos insetos voadores ao longo de 27 anos de estudo.²⁶⁸ Em 2019, uma revisão abrangente de 73 estudos sobre declínios de insetos em todo o mundo, proposta por Francisco Sánchez-Bayo e Kris Wyckhuis, desenha um quadro igualmente catastrófico:²⁶⁹

“Nosso trabalho revela taxas dramáticas de declínio que podem levar à extinção 40% das espécies de insetos do mundo nas próximas décadas. Em ecossistemas terrestres, Lepidoptera,

Hymenoptera e escaravelhos (Coleoptera) parecem ser os táxons mais afetados, enquanto quatro táxons aquáticos principais (Odonata, Plecoptera, Trichoptera e Ephemeroptera) já perderam uma proporção considerável de espécies”.

Para os autores, os motores principais desse declínio são, em ordem de importância (como é, de resto, consensual): 1. perda de habitat e sua conversão em agropecuária e urbanização; 2. poluição, sobretudo por pesticidas sintéticos e por fertilizantes; 3. fatores biológicos, incluindo patógenos e espécies invasoras e 4. mudanças climáticas. É crescente o impacto desse declínio generalizado dos insetos sobre o funcionamento dos ecossistemas, pois os insetos são essenciais em suas funções de polinização, herbivoria e detritivoria, além de serem fontes importantes de alimentação para pássaros, mamíferos, anfíbios, peixes e aracnídeos. A esse respeito, a Académie des Sciences do Institut de France lançou em janeiro de 2021 um alerta inédito, já que essa instituição central da ciência francesa não se ocupa diretamente de dossiês específicos.²⁷⁰

“Surgidos há mais de 400 milhões de anos, os insetos representam o grupo taxonômico mais rico e diverso com vários milhões de espécies. Sob o efeito combinado da perda de habitats naturais, da intensificação da agricultura com uso massivo de pesticidas, aquecimento global e invasões biológicas, os insetos apresentam, contudo, alarmantes sinais de declínio. Embora difícil de quantificar, a extinção de espécies e as reduções populacionais são confirmadas para muitos ecossistemas. Isso resulta em uma perda de serviços como a polinização de plantas, incluindo cultivos agrícolas, reciclagem de matéria orgânica, fornecimento de bens como o mel e a estabilidade de cadeias alimentares. Portanto, é urgente deter o declínio dos insetos”.

Os insetos estão sendo atacados fortemente pelos neonicotinoides, uma classe de agrotóxicos sistêmicos introduzida nos anos 1990²⁷¹ que age no sistema nervoso central não apenas dos insetos, mas no aparelho neuronal de moluscos²⁷² e demais animais. Esses inseticidas permanecem ativos nos solos, no meio aquático e nas plantas, sua meia-vida pode exceder mil dias e os impactos de seu uso repetido são cumulativos.²⁷³ Sua utilização generalizada nos últimos 25 anos está contaminando os sistemas terrestres e aquáticos no mundo todo.

Polinizadores

Muitos dos animais mortos ou gravemente ameaçados por esses inseticidas e por outros agrotóxicos são polinizadores. A importância crucial dos polinizadores para o funcionamento dos ecossistemas foi enfatizada pelo relatório especial do IPBES sobre polinizadores.²⁷⁴

“Globalmente, cerca de 90% das espécies de plantas silvestres com floração dependem, pelo menos em parte, da transferência de pólen pelos animais. Essas plantas são essenciais para o funcionamento contínuo dos ecossistemas, pois fornecem alimentos, formam habitats e fornecem outros recursos para uma ampla gama de outras espécies”.

Os polinizadores são fundamentais para a nossa própria sobrevivência, pois plantas total ou parcialmente dependentes de polinizadores animais são essenciais para os organismos humanos.²⁷⁵

“[Essas plantas] contêm mais de 90% da vitamina C, a quantidade total de licopeno e quase a quantidade total dos antioxidantes β -criptoxantina e β -tocoferol, a maioria dos lipídios, vitamina A e demais carotenóides, cálcio e flúor e uma grande porção de ácido fólico. O declínio contínuo dos polinizadores pode, portanto, exacerbar as atuais dificuldades de fornecer uma dieta nutricionalmente adequada para a população humana global”.

A ameaça representada pelos agrotóxicos afeta invertebrados e vertebrados. Nada menos que 16,5% das espécies de polinizadores vertebrados estão incluídos na Lista Vermelha das espécies ameaçadas de extinção global da IUCN, porcentagem que sobe para 30% no caso das espécies que vivem em ilhas. Mas os polinizadores invertebrados são, por certo, os mais criticamente ameaçados, em especial as cerca de 20 mil espécies de abelhas, como demonstra a síndrome

intitulada Distúrbio do Colapso das Colônias (ou das Colmeias), detectada na América do Norte e na Europa desde meados do primeiro decênio. Kelsey Kopec e Lori Ann Burd, do Center for Biological Diversity, publicaram em 2017 uma revisão sistemática da literatura a respeito da situação das quatro mil espécies de abelhas nativas da América do Norte e do Havaí. Seus resultados não deixam margem a dúvidas:²⁷⁶

(1) Entre as 1.437 espécies de abelhas nativas com dados disponíveis suficientes, mais da metade (749) estão em declínio.

(2) Quase 1 em cada 4 dessas espécies (347) está em perigo e em crescente risco de extinção.

(3) É provável que muitas das espécies de abelhas nativas sobre as quais os dados populacionais são deficientes estejam também correndo risco crescente de extinção.

(4) O vetor primário desses declínios é a intensificação da agropecuária, o que inclui destruição de habitats e uso de pesticidas. Outras ameaças maiores são as mudanças climáticas e a urbanização.

Outra forma de avaliar o declínio das abelhas foi proposta em 2021 por Eduardo Zattara e Marcelo Aizen, que analisaram os registros disponíveis no Global Biodiversity Information Facility (GBIF), abrangendo mais de um século. Trata-se de um banco de dados contendo milhões de registros de espécimes de museus, coleções particulares e observações científicas de particulares, no caso em apreço, sobre avistamentos de abelhas. Em alguns anos, esses registros incluíram 100.000 pontos de avistamentos relacionados às abelhas. Os autores constataram que o número de espécies registradas a cada ano nos dados do GBIF declinou desde os anos 1990, sendo que aproximadamente 25% menos espécies foram encontradas entre 2006 e 2015 em relação ao período anterior a 1990. A grande maioria desses dados provêm dos EUA e da Europa, o que leva os autores a concluir que, “embora essas tendências devam ser interpretadas com cautela, dada a natureza heterogênea do conjunto de dados e potenciais vieses na coleta de dados e relatórios, os resultados sugerem a necessidade de ações rápidas para evitar maior declínio dos polinizadores”.²⁷⁷

1.10 Conclusão

Em seu Sexto Relatório de Avaliação, publicado em março de 2022, o Grupo de Trabalho II do IPCC (WGII 2022) afirma:²⁷⁸

“As mudanças climáticas causaram danos substanciais e perdas cada vez mais irreversíveis nos ecossistemas terrestres, de água doce e costeiros e de oceano aberto (alta confiabilidade). A extensão e magnitude dos impactos das mudanças climáticas são maiores do que o estimado em avaliações anteriores (alta confiabilidade). (...) Centenas de perdas locais de espécies foram causadas por aumentos na magnitude dos extremos de calor (alta confiabilidade), bem como eventos de mortalidade em massa em terra e no oceano (confiabilidade muito alta) e perda de florestas de algas (alta confiabilidade)”.

Essas são algumas constatações típicas dos estágios iniciais da sexta extinção em massa de espécies em curso. Esse processo volta-se cada vez mais contra a espécie que a tem causado, a humanidade, e envolve, potencialmente, nossa própria extinção pelo desfazimento da teia de sustentação biológica que nos permitiu prosperar e, por um instante, cultivar a ilusão de dominá-la.²⁷⁹ Mike Barrett, diretor-executivo de ciência e conservação do WWF, faz notar que o declínio geral da biodiversidade “representa bem mais do que apenas perder as maravilhas da natureza, por desesperadamente triste que isso seja. Esse declínio está agora, na realidade, ameaçando o futuro das pessoas. A natureza não é algo ‘agradável de se ter’ (*nice to have*). Ela

é o sistema de suporte da vida”.²⁸⁰ O mesmo alerta vem de Corey J. Bradshaw e colegas, para os quais “a humanidade está causando uma rápida perda de biodiversidade e, com ela, a perda da capacidade da Terra de sustentar vida complexa”.²⁸¹ Evitar o que chamam “um futuro pavoroso” (*a ghastly future*) supõe uma abordagem política muito mais radical do problema de parte dos cientistas:²⁸²

“É, portanto, responsabilidade dos especialistas em qualquer disciplina que lida com o futuro da biosfera e do bem-estar humano evitar reticências, evitar açucarar os enormes desafios à frente e ‘dizer as coisas como elas são’. Qualquer outra abordagem é na melhor das hipóteses, enganosa ou negligente e, na pior, potencialmente letal para o projeto humano”.

A timidez da reação política da maioria dos cientistas diante do que sabem será exatamente o tema do capítulo 10.

Tal como no âmbito da emergência climática, as tentativas em curso de deter esse processo de aniquilação da biosfera estão fracassando. O balanço das 20 Metas de Aichi, incluídas no Plano Estratégico para a Biodiversidade para 2011-2020 adotado por quase 200 nações na COP10 da Convenção da Diversidade Biológica (CBD) em Nagoya, é quase totalmente negativo. Richard Gregory, da Royal Society for the Protection of Birds, deu voz à comunidade científica ao declarar que esse balanço “representa um fracasso maciço, se não mesmo catastrófico, em todos os níveis.”²⁸³ O sistema alimentar globalizado e em particular sua “divisão Banzer”, o agronegócio, são os principais responsáveis por esse fracasso. Esse sistema é também o principal responsável pelo aumento das zoonoses que ganharão cada vez mais a escala de epidemias e pandemias (veja-se o capítulo 2, seção 2.6 O sistema alimentar globalizado, indutor de pandemias). Tais são alguns dos indicadores da aniquilação biológica em curso e da velocidade crescente com a qual as sociedades contemporâneas se aproximam rapidamente de um estado terminal.

Os que ainda relutam em reconhecer o caráter ecocida e suicida desse sistema alimentar globalizado tentam introduzir um *distinguo*, dividindo o agronegócio em setores “avançados” e “atrasados”. Distinções sempre são possíveis, é claro, pois nenhum coletivo é absolutamente homogêneo, mas não há diferença relevante entre esses setores, pois monoculturas e pecuária de grande escala são, por definição, incompatíveis com a permanência da biosfera. Desmantelar essa máquina de moer florestas e espécies, e restaurar um sistema alimentar digno desse nome – local, saudável e baseado em nutrientes de origem vegetal – é um dos desafios maiores deste decênio. O agronegócio não apenas está dizimando e adoecendo espécies, inclusive a nossa, mas é uma peça-chave do sistema energético termo-fóssil e da crise animal que se abate sobre as sociedades, como se verá no próximo capítulo.

2. O sistema alimentar globalizado e a crise animal

“Mesmo se as emissões provenientes dos combustíveis fósseis fossem eliminadas imediatamente, as emissões do sistema alimentar por si só tornariam impossível limitar o aquecimento a 1,5°C e dificultariam atingir até mesmo a meta de 2°C.”

Michael Clark e colegas (2020)²⁸⁴

Vimos no capítulo precedente que, nos Trópicos, onde a biodiversidade terrestre é excepcionalmente pujante, o sistema alimentar globalizado é o principal vetor de aniquilação biológica. É preciso examinar neste capítulo outros dois aspectos indissociáveis da ação desse sistema sobre a decrescente habitabilidade do planeta: (1) suas interações com a emergência climática e (2) os impactos produzidos especificamente pela indústria da carne, designados pelo termo crise animal.

A queima de combustíveis fósseis continua sendo a causa maior do aumento das emissões de GEE (veja-se o capítulo 4, Figuras 4.2 e 4.8). Mas o sistema alimentar globalizado é a segunda maior fonte de emissões de GEE. As emissões oriundas do sistema alimentar estão crescendo não apenas em termos absolutos, mas também em termos percentuais no cômputo total dessas emissões. Cálculos realizados em 2008 indicavam que as emissões de GEE derivadas direta e indiretamente do sistema alimentar correspondiam a 19% a 29% das emissões antropogênicas totais desses gases.²⁸⁵ No período 2007-2016, essas emissões atingiram 10,8 a 19,1 GtCO₂e ou 21% a 37% das emissões antropogênicas totais (52 GtCO₂e por ano em média nesse período).²⁸⁶ O relatório especial do IPCC de 2019 (*Climate Change and Land*) também estimava em 21% a 37% as emissões totais líquidas provenientes do sistema alimentar.²⁸⁷ O EDGAR (Emission Database for Global Atmospheric Research) afirma igualmente que “um terço das emissões antropogênicas de GEE provém dos sistemas alimentares”.²⁸⁸ Francesco Tubiello e colegas estimavam em 2021 que:²⁸⁹

“as emissões totais de GEE oriundas do sistema alimentar foram de cerca de 16 GtCO₂e por ano em 2018 ou um terço do total das emissões globais antropogênicas. Três quartos dessas emissões, 13 GtCO₂e neste ano, foram geradas dentro das fazendas ou em atividades pré- e pós-produção, tais como manufatura, transporte, processamento e descarte.”

Michael Clark e colegas comprovam que as emissões provenientes do sistema alimentar foram de 16 GtCO₂e (~30% das emissões totais) por ano na média entre 2012 e 2017 e sublinham, como visto na citação em epígrafe, que essas emissões são capazes, sozinhas, de inviabilizar as metas do Acordo de Paris.

2.1 O sistema alimentar e as emissões cumulativas de GEE

Como se sabe, o sistema alimentar foi, tanto quanto ou mais ainda que a mineração, o motor da primeira globalização econômica na história moderna, iniciada no século XVI. Assim, quando se fala em emissões *cumulativas* de GEE, a destruição das florestas, intimamente ligada a essa globalização, ocupa uma posição quase equivalente à queima de combustíveis fósseis. De fato, contrariamente ao senso comum, as emissões cumulativas oriundas do desmatamento e demais emissões provenientes do sistema alimentar colocam países pouco industrializados ou de industrialização tardia nas primeiras posições entre os países que mais emitiram CO₂ desde 1850, como mostra a Figura 2.1

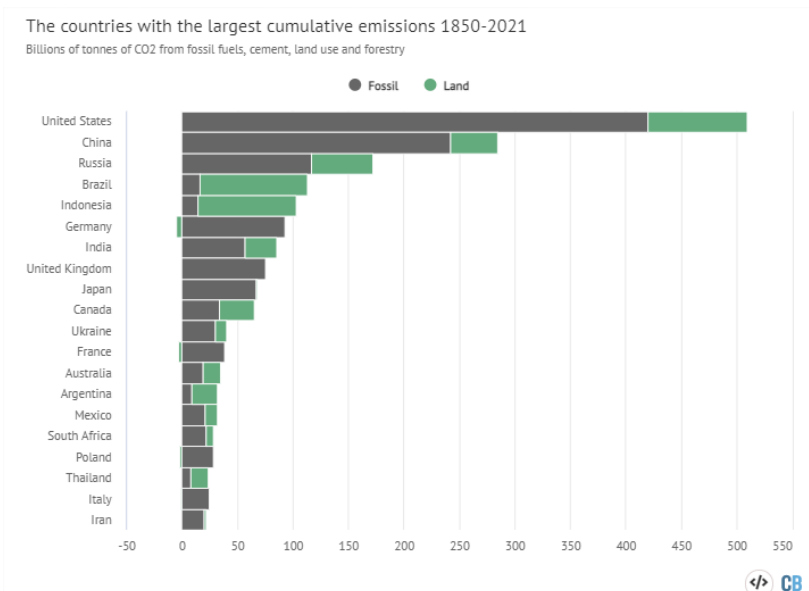


Figura 2.1 - Os 20 países com mais emissões cumulativas de CO₂ entre 1850 e 2021 compreendendo, no segmento da esquerda de cada barra, combustíveis fósseis e produção de cimento e, no outro, desmatamento e mudança de uso de solo (em bilhões de toneladas)

Fonte: Simon Evans, "Which countries are historically responsible for climate change?". Carbon Brief, 5/X/2021 <<https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change>>.

Já em 1900, segundo esse levantamento do Carbon Brief, países agrários, como a Argentina, Brasil e Índia, ocupavam respectivamente a 8ª, 9ª e 10ª posições entre os dez países com mais emissões cumulativas do planeta. Em 1948, a industrialização do Brasil começava apenas a engatinhar. Mas o avanço da fronteira agropecuária já havia destruído grande parte dos 1,36 milhão de km² de Mata Atlântica.²⁹⁰ Tal é a razão pela qual o país ocupava a 5ª posição entre os países que mais haviam emitido CO₂, logo atrás de dois pioneiros da industrialização, o Reino Unido e a Alemanha (3ª e 4ª posição, respectivamente). E em 2021, países agrários e industrializados competem pelas primeiras posições entre os 20 países com maiores emissões cumulativas desde 1850. O Brasil coloca-se em 4º lugar com 5% das emissões cumulativas totais desde 1850. A Indonésia situa-se em 5º lugar, com 4% dessas emissões. Ambos os países respondem somados por quase a metade da fatia de responsabilidade que cabe à maior potência industrial do mundo, os EUA (20%). Brasil e Indonésia estão, em todo o caso, bem à frente dos países pioneiros da Revolução Industrial no século XIX, como o Reino Unido, a França e a Alemanha. A preponderância absoluta dos EUA deve-se também ao fato de ter destruído grande parte de suas florestas sobretudo desde meados do século XIX.

Uma classificação bem conhecida e singularmente didática para o entendimento do peso do desmatamento das florestas tropicais nas emissões globais de GEE tem sido proposta desde 2017 pelo World Resources Institute:²⁹¹

“Se o desmatamento tropical fosse um país, ele ocuparia o terceiro lugar em emissões de CO₂e, atrás apenas da China e dos EUA. Se a perda de cobertura de árvores tropicais continuar na taxa atual, será quase impossível manter o aquecimento abaixo dos 2°C prometidos. No triênio 2015-2017, as emissões oriundas da perda de cobertura arbórea apenas nos países tropicais foram na média anual de 4,8 GtCO₂e. Dito de outro modo, a perda de cobertura arbórea tropical está agora causando mais emissões do que as produzidas por 85 milhões de carros durante seu inteiro ciclo de vida”.

Entre 2001 e 2020, as emissões decorrentes da perda de cobertura florestal atingiram 165 GtCO₂, o equivalente a cerca de quatro anos das emissões anuais totais nos níveis de 2019, conforme dados do Global Forest Watch.²⁹² O desmatamento, os incêndios, a degradação das florestas tropicais e o próprio aquecimento global converteram partes da floresta amazônica de

sumidouro em fonte de emissões de carbono, como recentemente demonstrado por Luciana Gatti e colegas num trabalho discutido em detalhe no capítulo 3.²⁹³

2.2 As emissões de carbono e a indústria de proteínas animais

Reforçando o veredito de Michael Clark e colegas sobre a impossibilidade de conter o aquecimento nos limites almejados pelo Acordo de Paris, mantidas as emissões atuais do setor alimentar, Dora Hargitai, dos movimentos Extinction Rebellion e Animal Rebellion, explicita o nó da questão: “não podemos resolver o problema climático sem resolver ao mesmo tempo a crise animal e a crise de alimentação”.²⁹⁴

Por crise animal e crise de alimentação não se entenda obviamente o consumo de nutrientes de origem animal através da caça e da pesca artesanais e dos pequenos rebanhos que asseguram o sustento das comunidades tradicionais do planeta. Pelo menos metade dos 770 milhões de pessoas que sobrevivem com menos de US\$ 1,9 por dia depende diretamente dessa fonte de alimentação.²⁹⁵ Mas esse consumo é irrelevante do ponto de vista de seus impactos socioambientais sistêmicos. Entenda-se por crise animal a brutal, gigantesca e crescente indústria de proteínas animais voltada para o consumo das populações urbanas, sobretudo dos 20% ou 30% mais ricos da humanidade. Os malefícios dessa indústria para as sociedades, para a biodiversidade e para o sistema climático são imensos e multifacetados. Marius Gilbert e colegas elencam alguns deles em poucas palavras:²⁹⁶

“A pecuária tem um impacto maior no meio ambiente, através das emissões de GEE, da fermentação entérica e dejetos dos animais, rupturas nos ciclos de nitrogênio e fósforo e impactos indiretos sobre a biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos por meio do sobrepastoreio e mudanças no uso da terra. A pecuária também tem implicações para a saúde pública por meio de seu papel na transmissão de doenças transmitidas por alimentos, o surgimento e a disseminação de doenças zoonóticas infecciosas, como a gripe aviária, a Febre-Q²⁹⁷ a MERS²⁹⁸ e sua contribuição para a carga global de resistência antimicrobiana, ligada ao abuso rotineiro dessas drogas na produção pecuária”.

Recapitulemos os malefícios evocados por Gilbert e colegas: (1) Emissões de GEE. Além das emissões de CO₂ e metano, decorrentes do desmatamento para a abertura de pastos e do metano produzido pelos ruminantes, o relatório especial do IPCC, *Climate Change and Land* (2019), quantificou as emissões de óxido nitroso (N₂O), outro importante GEE, causadas pela pecuária.²⁹⁹

“Houve um grande crescimento nas emissões provenientes de pastagens manejadas devido ao aumento da deposição de esterco (média confiabilidade). O gado em pastagens e em pastagens manejadas foi responsável por mais da metade do total de emissões antropogênicas de N₂O originadas da agropecuária em 2014 (média confiabilidade)”;

(2) Rupturas nos ciclos de nitrogênio e fósforo; (3) impactos sobre a biodiversidade; (4) sobrepastoreio, que provoca erosão dos solos e, no limite, desertificação; (5) mudanças no uso da terra, sobretudo através do desmatamento, (6) favorecimento de epizootias e de zoonoses, como as que temos sofrido sobretudo nos últimos decênios e (7) crescente resistência bacteriana sobretudo por uso abusivo de antibióticos na criação de animais.³⁰⁰ Acrescentem-se a essa lista de malefícios proposta por Gilbert, outros quatro impactos: (8) indizível sofrimento animal nas criações confinadas; (9) uso insustentável de água; (10) poluição por dejetos animais e (11) riscos sanitários para os humanos do consumo de carne vermelha e processada, notadamente riscos maiores de câncer. Há uma ilimitada literatura científica a respeito de cada um desses 11 impactos da pecuária. Sublinhem-se, para começar, ao menos quatro razões que

fazem da indústria da carne o principal gerador de GEE no âmbito do sistema alimentar globalizado:

1. a pecuária e a agricultura destinada à alimentação animal ocupam extensões de terra muito maiores que a agricultura diretamente destinada à alimentação humana. A pecuária é, de longe, a responsável principal pelo desmatamento e demais mudanças no uso do solo em detrimento dos próprios solos, das florestas e demais biomas, grandes repositórios de carbono;
2. a fermentação entérica e os resíduos do gigantesco rebanho de ruminantes – seres sencientes brutalizados e reduzidos a estoque de proteínas – geram metano (CH₄), um gás de efeito estufa muitas vezes mais eficiente em termos de absorção de radiação infravermelha do que o CO₂ (vide capítulo 7, seção 7.2.5 Crescente contribuição do metano (CH₄) ao aquecimento global);
3. o consumo de carne é extremamente ineficiente do ponto de vista energético;
4. os locais de produção de carne e de ração animal estão a milhares de quilômetros dos locais de seu consumo, o que implica a queima de imensas quantidades de combustíveis fósseis em seu transporte.

Examinemos um pouco mais de perto essas quatro razões.

2.3 Dieta carnívora: espaço implicado, aumento do consumo e desmatamento tropical

O espaço ocupado pela pecuária, mesmo com animais criados em condições abjetas de confinamento, é insustentável. Segundo a FAO, a área terrestre ocupada pela agropecuária é de aproximadamente 50 milhões de km², sendo que dois terços dessa área são de pastos e pradarias para pastoreio.³⁰¹ Esses números são praticamente idênticos aos trazidos por Peter Alexander e colegas para o ano de 2011,³⁰² atualizados por Hannah Ritchie no site *Our World in Data*, que assim os discrimina. Dos 148,94 milhões de km² (Mkm²) das terras emersas, a área planetária habitável pelos humanos (subtraída a área da Antártida, desertos etc.), é hoje estimada em 104 Mkm². Desse total de 104 Mkm², 51 Mkm² (49%) são utilizados pela agropecuária. Ocorre que desses 51 Mkm², o espaço utilizado para produzir carne, leite e ração animal ocupa 40 Mkm², vale dizer, 79%. Portanto, quase 40% dos 104 Mkm² que compõem a área habitável pelos humanos em todo o planeta destina-se a satisfazer uma dieta crescentemente baseada em nutrientes animais! Apenas os restantes 11 Mkm² são ocupados por cultivos agrícolas destinados diretamente à alimentação dos humanos.³⁰³ A Tabela 2.1 oferece um quadro sinótico dessas proporções.

Tabela 2.1 - Repartição da área planetária ocupada pela atividade agropecuária no total da área planetária habitável pelos humanos (em milhões de km² e em %)

| | |
|--|----------------------------------|
| Total da área planetária habitável pelos humanos | 104 (100%) |
| Agropecuária | 51 (49%) |
| Pecuária (pastagens e ração animal) | 40 (79% da área da agropecuária) |
| Cultivos agrícolas destinados diretamente à alimentação humana | 11 (21% da área da agropecuária) |

Fonte: Hannah Ritchie, "Half of the World's habitable land is used for agriculture". *Our World in Data*, 11/XI/2019.

Para se fazer uma ideia do que isso significa, a Figura 2.2 mostra a distribuição geográfica e a densidade territorial apenas do gado bovino no Mapa Múndi em 2010.

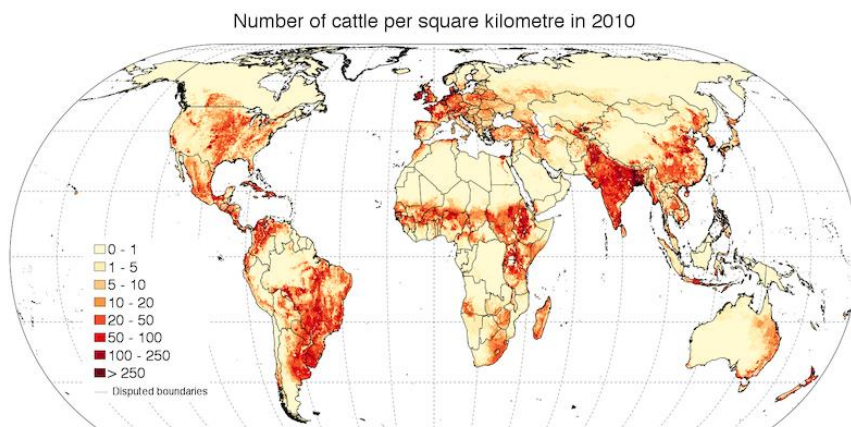


Figura 2.2 – Distribuição e densidade territorial do gado bovino por km² em 2010

Fonte: FAO, Livestock Systems <<https://www.fao.org/livestock-systems/en/>>, e Marius Gilbert *et al.*, “Global distribution data for cattle, buffaloes, horses, sheep, goats, pigs, chickens and ducks in 2010”. *Scientific Data*, 5, 30/X/2018, baseados no Gridded Livestock of the World (GLW 3).

É preciso ter presente, além disso, que extensões crescente dessas pastagens são vítimas de sobrepastoreio, o que as degrada por pisoteamento e por excesso de dejetos animais e, no limite, as desertifica. Alguns dados sobre os processos em curso de desertificação por sobrepastoreio foram coligidos pelo IPCC, em seu relatório *Climate change and Land* (2019).³⁰⁴

“Mais de 75% da área do norte, oeste e sul do Afeganistão é afetada por sobrepastoreio e desmatamento. (...) Bisigato e Laphitz (2009) identificaram o sobrepastoreio como uma causa da desertificação da região do Monte Patagônico na Argentina. (...) A seca e o sobrepastoreio levaram à perda de biodiversidade no Paquistão a ponto de apenas espécies adaptadas à seca conseguirem sobreviver nas pastagens áridas (Akhter e Arshad 2006). Tendências semelhantes foram observadas nas estepes do deserto da Mongólia (Khishigbayar *et al.* 2015). (...) Na região de Coquimbo [Chile], o sobrepastoreio de caprinos e ovinos agravou a situação [de erosão do solo]. (...) [Na Ásia Central] O sobrepastoreio nas áreas de pastagem (particularmente em Kyzylkum) contribui para tempestades de areia, provenientes principalmente do Planalto de Ustyurt, áreas desertificadas dos deltas dos rios Amudarya e Syrdarya, o fundo do mar seco do Mar de Aral (agora chamado Aralkum) , e o Mar Cáspio. (...) A pecuária nas regiões de Green Dam [Argélia], principalmente ovelhas, cresceu exponencialmente, levando a grave sobrepastoreio, causando pisoteamento e compactação do solo, o que aumentou muito o risco de erosão”.

Algumas pesquisas mostram que o pastoreio do gado bovino combinado de modo bem calibrado com a rotação de culturas de leguminosas e de forrageiras pode implicar inclusive em regeneração dos solos, acelerando a reciclagem de seus nutrientes.³⁰⁵ Ocorre que a pecuária globalizada e o modelo econômico do agronegócio, tais como praticados no Brasil e alhures, situam-se nas antípodas dessas práticas.

Aumento do consumo de carne

Mesmo se práticas ótimas de pecuária fossem adotadas, dois fatos permaneceriam incontornáveis: 1. o consumo de carne na escala atual é ecologicamente insustentável e 2. ele implica sofrimento animal eticamente inaceitável. Para cada humano, havia em 2010 três galinhas e, em geral, quase quatro animais destinados à alimentação, com forte concentração em alguns países, como se vê na Tabela 2.2

Tabela 2.2 - Animais destinados à alimentação humana segundo suas áreas de maior concentração em 2010 (em milhões de indivíduos)

| | Brasil | China | EUA | Índia | Total |
|--------------|---------------|--------------|------------|--------------|---------------|
| Galinhas | 1.430 | 4.880 | 1.970 | | 22.800 |
| Bovinos | 214,9 | 83,1 | 93,7 | 185,1 | 1.500 |
| Caprinos | | 139,77 | | 133,35 | 1.000 |
| Ovinos | | 161,35 | | 63,7 | 1.200 |
| Suínos | 41,1 | 435,04 | 74,41 | | 967 |
| Patos | | 716,73 | | | 1.200 |
| Total | | | | | 28.667 |

Fonte: Esri's StoryMaps Team, "(Farm) Animal Planet. A look at livestock production around the world". 23/XI/2021. Baseado em Marius Gilbert *et al.*, "Global distribution data for cattle, buffaloes, horses, sheep, goats, pigs, chickens and ducks in 2010". *Scientific Data*, 5, 30/X/2018, baseado, por sua vez, no Gridded Livestock of the World (GLW 3). <<https://storymaps.arcgis.com/stories/58ae71f58fd7418294f34c4f841895d8>>.

Muitos desses quase trinta bilhões de animais são criados em confinamento e submetidos a condições brutais. Desde 2010, esses rebanhos estão em forte aumento. No Brasil, o rebanho bovino ultrapassou 218 milhões de indivíduos em 2020, de modo que há hoje mais de um bovino para cada humano no território brasileiro. Orientado pela maximização dos lucros, o ciclo de vida desses animais é cada vez menor e os abates se sucedem em linha de produção, frequentemente em condições abomináveis. Segundo Alex Thornton, avalia-se em 50 bilhões o número de galinhas abatidas para alimentação humana a cada ano. A Figura 2.3 indica o número de abates de mamíferos por ano entre 1961 e 2014.

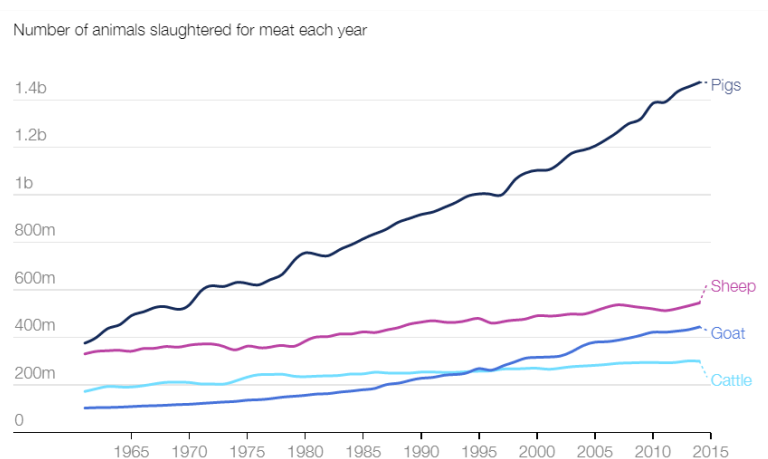


Figura 2.3 - Mamíferos abatidos por ano globalmente entre 1961 e 2014.

Fonte: Alex Thornton, "This is how many animals we eat each year". World Economic Forum, 8/II/2019, baseado em FAO 2017 <<https://www.weforum.org/agenda/2019/02/chart-of-the-day-this-is-how-many-animals-we-eat-each-year/>>.

Em 1961, foram abatidos aproximadamente 102 milhões (M) de caprinos, 173M de bovinos, 330M de ovinos e 376M de suínos. Em 2014, esses números saltaram para 444M de caprinos, 300M de bovinos, 545M de ovinos e 1,47 bilhão de suínos. Outros dados sobre o aumento do consumo humano de carne entre 1961 e 2018 foram coligidos por Hanna Ritchie e Max Roser.³⁰⁶ Desde os anos 1960, a produção de carne quase quintuplicou, passando de 71 milhões de toneladas (Mt) em 1961 para 342 Mt em 2018, 47% a mais que em 2000 (FAO)³⁰⁷, como mostra a Figura 2.4

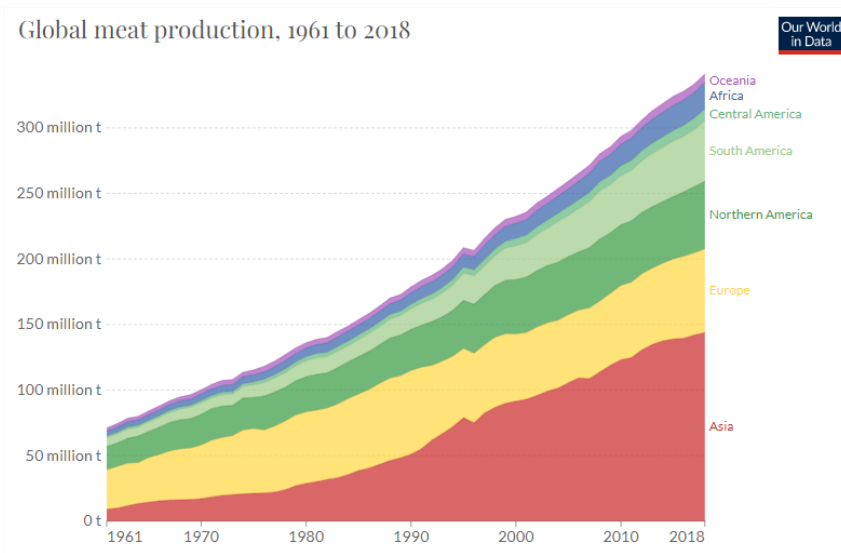


Figura 2.4 - Produção global de carne entre 1961 e 2018, segundo as regiões do planeta, medida em milhões de toneladas.

Fonte: Hannah Ritchie e Max Roser, "Meat and Dairy Production". Our World in Data, 2017, revisado em 2019, baseado em FAO, FAOSTAT e FAO Statistical Yearbook 2020.

<<https://ourworldindata.org/meat-production>> e <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/>>

Observação: dados em termos de peso de carcaças preparadas (excluindo miúdos e gorduras de abate)

(Data are given in terms of dressed carcass weight, excluding offal and slaughter fats.)

Em 1961, a população humana era de 3,1 bilhões de pessoas e a produção de carne era de 71 milhões de toneladas, uma proporção de 22,9 quilos de carne per capita. Em 2018, a produção de carne saltou para 342 milhões de toneladas para uma população humana que atingira 7,5 bilhões de indivíduos, uma proporção de 45,6 quilos de carne per capita. O abate de gado bovino apresenta um aumento consistente com esse quadro de horrores: em 2001, foram abatidos 271 milhões de indivíduos, enquanto em 2018 esse número ultrapassou 302 milhões, 31 milhões a mais ou um incremento de 11,5%. Os matadouros brasileiros responderam em 2018 por mais de 10% desse número de mortes, precisamente por 31,4 milhões de indivíduos.³⁰⁸

Em consequência desse aumento dos rebanhos, entre 1961 e 2012, *commodities* agrícolas exclusivamente destinadas à alimentação animal mais que triplicaram, aumentando de 373 milhões de toneladas de matéria seca (Mt MS) para 1.186 Mt MS.³⁰⁹

O aumento do consumo humano de carne está aniquilando não apenas as florestas, mas também as populações de animais silvestres e, em geral, a diversidade biológica do planeta. Ele está produzindo um desequilíbrio sem precedentes na estrutura e na distribuição da vida na biosfera. A biomassa dos animais destinados à alimentação humana, medida em Gigatoneladas de carbono (GtC), é hoje quase o dobro da biomassa humana e ambas as biomassas somadas são cerca de 23 vezes maiores do que a biomassa dos mamíferos silvestres, como mostram Yinon Bar-On, Rob Phillips e Ron Milo:³¹⁰

“A biomassa de humanos (~0,06 GtC) e a biomassa de gado (~0,1 GtC, dominada por bovinos e suínos) ultrapassam em muito a dos mamíferos silvestres, que tem uma massa de ~0,007 Gt C). Isso também é verdadeiro para aves selvagens e domesticadas, pois a biomassa das aves domesticadas (~0,005 Gt C, dominada por galinhas) é cerca de três vezes maior do que a das aves selvagens (~0,002 Gt C). Na verdade, humanos e gado superam todos os vertebrados combinados, com exceção dos peixes”.

Segundo ainda esses autores, a biomassa total dos animais selvagens (marinhos e terrestres) diminuiu por um fator de cerca de 6, ao passo que a massa total dos mamíferos aumentou

aproximadamente quatro vezes (de 0,04 GtC para 0,17 GtC), por causa do aumento gigantesco dos rebanhos.³¹¹ A biomassa do gado, sobretudo bovino e suíno (~0,1 GtC), é hoje, portanto, cerca de 15 vezes maior que a dos mamíferos silvestres (~0,007 GtC). A Figura 2.5 oferece uma abordagem visual dos tamanhos relativos entre as biomassas dos humanos, dos animais destinados à alimentação humana e dos mamíferos e pássaros silvestres.

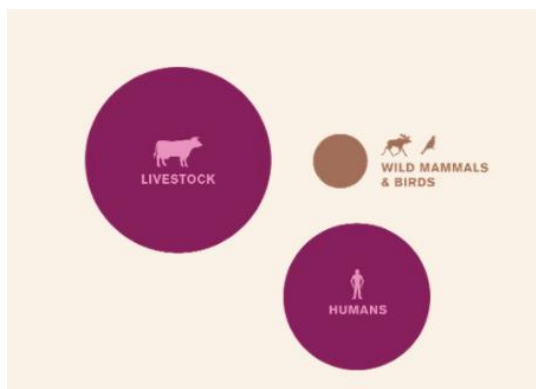


Figura 2.5 - Tamanhos relativos da biomassa dos humanos (em carbono), dos animais destinados à alimentação humana e dos mamíferos e pássaros silvestres

Fonte: Esri's StoryMaps Team, "(Farm) Animal Planet. A look at livestock production around the world". 23/XI/2021. Baseado em Yinon Bar-On, Rob Phillips & Ron Milo, "The biomass distribution on Earth". *PNAS*, 19/VI/2018. <<https://storymaps.arcgis.com/stories/58ae71f58fd7418294f34c4f841895d8>>.

A pecuária bovina é a principal responsável pela destruição das florestas tropicais

No período 2001-2015, apenas sete *commodities* agropecuárias substituíram 71,9 milhões de hectares [719 mil km²] de florestas no mundo todo, uma área maior que o dobro da área da Alemanha. Essas 7 *commodities* representam 57% de toda a área de cobertura arbórea perdida entre 2001 e 2015, sendo que o desmatamento para abertura de pastagens representa quase o dobro da soma do desmatamento provocado pelas outras seis *commodities*, como mostra a Tabela 2.3

Tabela 2.3 - Substituição de florestas tropicais por sete *commodities* (1. gado bovino, 2. óleo de palma, 3. soja, 4. cacau, 5. plantações de seringueiras, 6. café e 7. plantações de celulose) em milhões de hectares (2001 - 2015).

| Commodity | Desmatamento (2001-2015) |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Gado bovino | 45,1 |
| Óleo de palma | 10,5 (dos quais 6,2 diretamente) |
| Soja | 8,2 (dos quais 3,9 diretamente) |
| Cacau | 2,3 |
| Plantações de seringueiras* | 2,1 |
| Café | 1,9 |
| Plantações de celulose | 1,8 |
| Total | 71,9 |

Fonte: "Deforestation linked to agriculture". World Resources Institute & Global Forest Review, 2021; M. Weisse & L. Goldman, "Just 7 commodities replaced an area of forest twice the size of Germany from 2001-2015", 11/II/2021 <<https://www.globalforestwatch.org/blog/commodities/global-deforestation-agricultural-commodities/>>. <https://research.wri.org/gfr/forest-extent-indicators/deforestation-agriculture?utm_medium=blog&utm_source=insights&utm_campaign=globalforestreview>

Dos 8,2 milhões de hectares (82 mil km²) de florestas e de outros biomas nativos destruídos pelo agronegócio da soja, 7,9 milhões de hectares substituíram florestas da América do Sul.³¹²

A criação animal é também a maior causa *indireta* do desmatamento, pois a soja destina-se basicamente à ração animal, como mostram Marcello De Maria e colegas:³¹³

“Mais de 80% da soja é transformada no altamente procurado farelo de soja – sem dúvida a ração animal mais comum no mundo devido à combinação de alto teor de proteína e preços relativamente baixos. O restante da produção – pouco menos de 20% – vai para óleo de soja, que pode ser utilizado para a produção de produtos comestíveis (por exemplo, molho de soja, tofu) e não comestíveis (cosméticos, sabonetes e detergentes), além de uma base para combustíveis diesel”

Gabriel Popkin acrescenta outros dados sobre a expansão da soja no período 2000 - 2019:³¹⁴

“A América do Sul liderou o mundo em expansão relativa de áreas agrícolas por área de terra. Isso se deve em grande parte à expansão da indústria da soja que abastece os fazendeiros de gado na China e em outros lugares, o que aumentou as terras agrícolas do continente em quase 50% durante o período de estudo”.

Se a soja fornece aos animais as proteínas, o milho lhes fornece o carbo-hidrato, constituindo 50% a 70% das dietas de animais monogástricos, sobretudo aves e porcos.³¹⁵ Os dados do Departamento de Agricultura (USDA) dos EUA ilustram bem essa situação. Mais de um terço da produção mundial de milho provém desse país e cerca de um terço dessa produção destina-se à alimentação animal.³¹⁶

2.4 Os rebanhos de ruminantes e as emissões de metano (CH₄)

As emissões antropogênicas de metano como um todo e seu potencial de aquecimento serão examinados em detalhe nos capítulos 5, 6 e 7. A presente seção ocupa-se apenas do metano oriundo da pecuária, sobretudo dos gigantescos rebanhos de ruminantes (bois, búfalos, caprinos e ovinos). Trata-se de um setor de enorme importância em sua interação com o sistema energético, pois a pecuária “é a maior fonte antropogênica do orçamento global de metano, sobretudo derivado da fermentação entérica dos ruminantes domesticados”.³¹⁷ De fato, segundo Ilma Tapio e colegas, a produção de metano pelos ruminantes “é responsável por cerca de 81% dos GEE do setor pecuário (...), 90% dos quais resultam da metanogênese microbiana ruminal”.³¹⁸ A contribuição da pecuária nas emissões de metano é crescente. Como afirmam Sara Mikaloff Fletcher e Hinrich Schaeffer, “os inventários dos rebanhos de gado mostram que as emissões de ruminantes começaram a aumentar acentuadamente por volta de 2002 e podem ser responsáveis por cerca de metade do aumento do CH₄ desde 2007”.³¹⁹ Jinfeng Chan e colegas reportam cálculos sobre essa contribuição no primeiro decênio do século XXI: “a pecuária é a maior fonte antropogênica no orçamento global de metano (103 [95–109] TgCH₄ por ano, durante 2000–2009). A fermentação entérica de ruminantes domina esta fonte e é responsável pela emissão de 87-97 TgCH₄ por ano durante 2000-2009”.³²⁰ Dado que um Teragrama (Tg) equivale a 1 milhão de toneladas, isso significa que apenas a atividade entérica dos ruminantes foi responsável por mais de 1 GtCH₄ tão somente nesse primeiro decênio. Não se incluem aqui, insista-se, as emissões de metano oriundas dos dejetos animais.

A Global Methane Initiative (GMI), uma parceria internacional fundada em 2015 entre governos e setores não governamentais para a mitigação das emissões de metano, traz dados sobre a contribuição da pecuária em 2020 no que se refere às emissões globais de metano, tal como mostra a Figura 2.6.

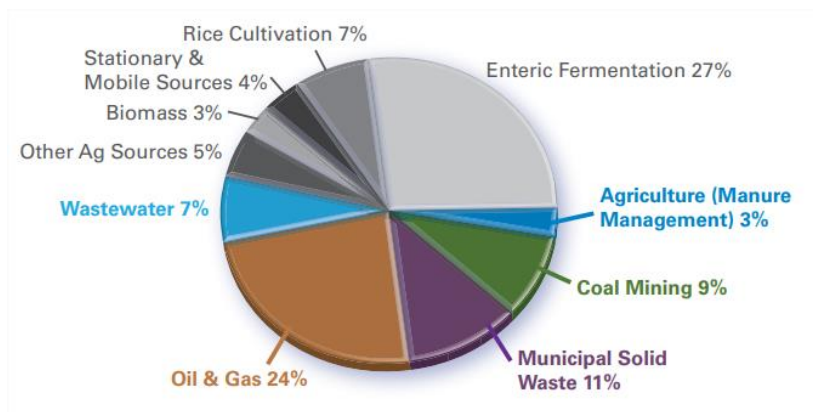


Figura 2.6 - Emissões antropogênicas de metano (CH₄) por fontes, em 2020

Fonte: GMI, Global Methane Emissions and Mitigation Opportunities, 2020

<<https://www.globalmethane.org/documents/gmi-mitigation-factsheet.pdf>>

A Figura 2.6 mostra que as emissões de metano pela pecuária somam 30% das emissões totais de metano, sendo 27% as emissões provenientes da atividade entérica dos rebanhos. Trata-se de uma contribuição mais de 4 vezes maior que as emissões provenientes dos arrozais e substancialmente equivalente à das fontes de emissão de metano provenientes dos combustíveis fósseis e da mineração de carvão (33%). Em termos absolutos, em 2020 as emissões totais de metano somaram 9.390 MtCO₂e, dos quais 2.535 MtCO₂e provieram da atividade entérica dos rebanhos (27%) e 281 MtCO₂e, da gestão dos dejetos desses rebanhos (3%). A Figura 2.7 compara as emissões totais de metano em 2020 com as emissões projetadas para 2030, em milhões de toneladas de CO₂e (MtCO₂e), segundo suas diversas fontes. Elas devem aumentar então cerca de 9%, para 10.220 MtCO₂e, com aumento proporcional das emissões por atividade entérica dos rebanhos.

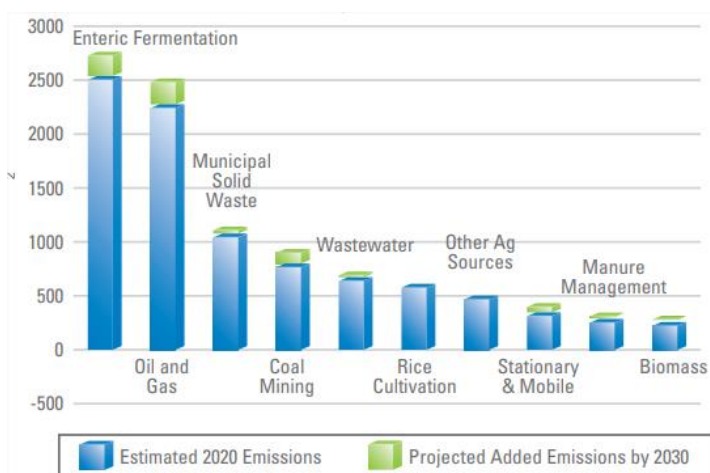


Figura 2.7 - Estimativas de emissões totais de metano, segundo suas diversas fontes em 2020 e projeções para 2030, em milhões de toneladas de CO₂-equivalente (MtCO₂e)

Observação: dados baseados no relatório da EPA (Environmental Protection Agency) dos EUA, intitulado *Global Anthropogenic Emissions of Non-CO₂ Greenhouse Gases: 1990–2030*.

Conforme mostra a “Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa” do SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa) de 2020.³²¹

“Em 2019, as emissões do setor de agropecuária [brasileira] totalizaram 598,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente [CO₂e], um aumento de 1,1% em relação ao ano de 2018. O

subsetor que mais contribuiu com as emissões totais (61,1%) foi a fermentação entérica, nome dado ao processo de digestão de celulose no rúmen de animais como bovinos, que emite metano (o popular “aroto do boi”). Bovinos de corte e leite respondem por 97% das emissões por fermentação entérica.”

A Figura 2.8 mostra a contribuição das emissões de metano pelo gado bovino no cômputo das emissões totais da agropecuária no Brasil.

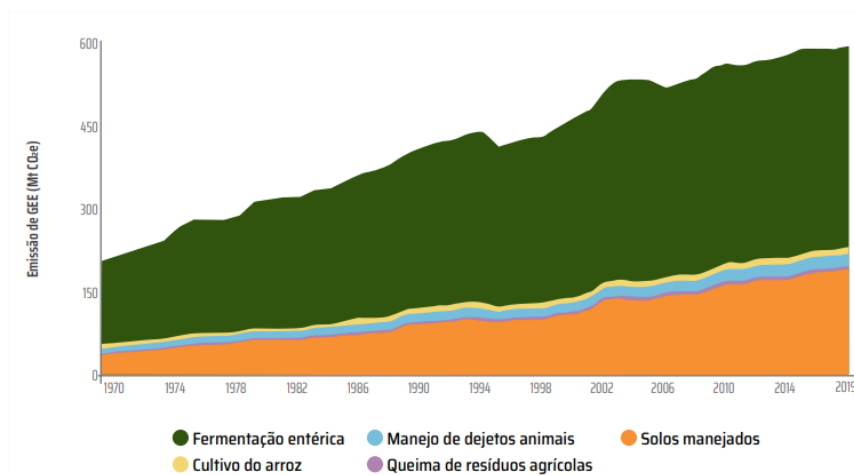


Figura 2.8 - Emissões de GEE da agropecuária brasileira por subsector entre 1970 e 2019 (em Milhões de toneladas de CO₂e). De baixo para cima: 1. solos manejados; 2. queima de resíduos agrícolas; 3. manejo de dejetos animais; 4. cultivo de arroz; 5. fermentação entérica.

Fonte: Igor Albuquerque *et al.*, “SEEG 8, Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas de Clima no Brasil 1970-2019”. Observatório do Clima, 2020, p. 14.

https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf.

2.5 O transporte de *commodities* associado à indústria da carne

O sistema alimentar globalizado tem uma estreita dependência do sistema energético baseado em combustíveis fósseis, pois o petróleo, além de ser um insumo onipresente no agronegócio industrial, a começar pela produção de fertilizantes nitrogenados, transporta animais e gigantescas quantidades de ração animal para as mais distantes regiões do planeta. Em 2021, um ano de recuperação ainda incipiente da economia, as exportações globais de carne bovina devem atingir 10,8 milhões de toneladas (Mt), as de carne suína, 11,8 Mt e as de frango, 12 Mt.³²²

No que se refere à soja, sua produção global dobrou nos primeiros 20 anos do século XXI, atingindo em 2018 uma colheita de cerca de 350 Mt cultivados em 170 países e em mais de 1,25 milhão de km², grande parte dos quais anteriormente ocupados por vegetação nativa. Em 2018, cinco países apenas – EUA (123,7 Mt, 35,5%), Brasil (117,9 Mt, 33,8%), Argentina (37,8 Mt, 10,8%), China (14,2 Mt, 4,1%) e Índia (13,8 Mt, 4%) – produziam 88,1% da soja no mundo todo, grande parte da qual para exportação. Em 2019, a China consumiu cerca de 30% dessa produção global, sendo que apenas 14% de seu consumo proveio de seu território. Sua produção em 2019 é igual ou ligeiramente inferior à de 1999, pois a produção em território chinês é limitada, sobretudo, pela escassez de água. Conforme frisava Lester Brown já em 2012, “dado que cerca de metade dos porcos do mundo estão na China, a parte do leão de seu consumo [de soja] destina-se à alimentação dos porcos. Além disso, a China usa agora grande quantidade de soja para a alimentação de suas fazendas aquáticas”.³²³ A China é de há muito a maior importadora de soja do mundo e o Brasil é o seu maior fornecedor. De resto, não apenas de soja: “todos os dez principais produtos exportados pelo Brasil são *commodities* agrícolas e minerais, e a China

é a maior compradora de seis desses produtos (soja, minério de ferro, petróleo bruto, carne bovina, carne de aves e celulose)”.³²⁴ A Figura 2.9 ilustra a trajetória intercontinental da soja em formato de flecha, sobretudo a partir do Brasil, da Argentina e dos EUA em direção à China.³²⁵

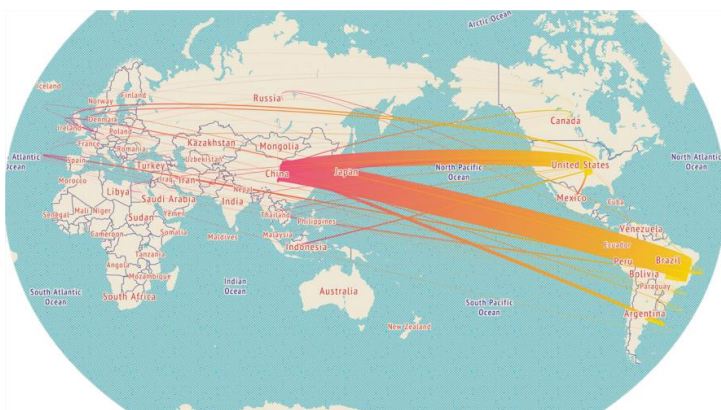


Figura 2.9 - Trajetórias das exportações globais de soja. Fonte: Marcello De Maria *et al.*, *Global Soybean Trade. The Geopolitics of a Bean*. UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub, 2020

<https://tradehub.earth/wp-content/uploads/2020/10/Global-Soybean-Trade-The-Geopolitics-of-a-Bean-1.pdf>.

Os portos dos países exportadores nas Américas, e dos países importadores (China, Europa, Oriente Médio) estão situados a distâncias que atingem até 20 mil km. Trata-se, portanto, de um comércio superlativamente emissor de GEE em termos absolutos e por unidade de valor comercializado. O comércio marítimo é hoje responsável por cerca de 3% das emissões globais de GEE, mas as projeções indicam que, “na ausência de ação climática, o setor marítimo internacional poderá representar 17% das emissões globais de CO₂ em 2050”.³²⁶ A única “ação climática” consequente, nesse caso, implica uma nova concepção de alimentação, ao mesmo tempo local e baseada em nutrientes vegetais.

2.6 Ineficiência energética do consumo de carne

Até aqui, tratamos dos impactos da produção de carne. Examinemos doravante os impactos de seu consumo. A “pegada energética” da carne é incomparavelmente maior que a do consumo de outros alimentos. Segundo estimativas do *World Counts*,³²⁷ são necessárias cerca de 2 a 3 calorias de combustível fóssil para produzir 1 caloria de proteína de soja, milho ou trigo, ao passo que 1 caloria de proteína proveniente de carne bovina requer em média 54 calorias de combustível fóssil. Mais de 8 litros de gasolina são necessários para produzir um quilo de carne bovina alimentada com grãos. Embora seu aporte calórico seja grande, a carne é o mais ineficiente dos alimentos não apenas em termos de uso do solo, mas também no que se refere às emissões de GEE, ao uso de água e ao EROI (calorias obtidas por calorias investidas), como mostra a Tabela 2.4

Tabela 2.4 - Eficiência de 1 kg de carne consumida no prato em termos da quantidade de insumos requeridos (grãos, água e calorias) e emissões de CO₂eq. Os grãos são medidos em quilos de matéria seca (MS = peso após a extração da água neles contida), a água em m³ e as calorias obtidas pelos humanos em porcentagem (%) por caloria investida no animal (por exemplo, 25% de eficiência significaria que 25% das calorias contidas na alimentação e na criação do animal foram efetivamente obtidas pelos humanos quando da ingestão de sua carne, sendo os 75% restantes perdidos durante a conversão).

| | Grãos (kg MS) | kgCO ₂ eq | Água (m ³) | Caloria obtida (%) |
|-----------------|---------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| bovinos (1 kg) | 25 | 99,48 | 15,0 | 1,9 |
| carneiro (1 kg) | 15 | 39,72 | 8,8 | 4,4 |
| porco (1 kg) | 6,4 | 12,31 | 5,9 | 8,6 |
| galinha (1 kg) | 3,3 | 9,87 | 4,3 | 13,6 |

Fonte: Our World in Data

<<https://ourworldindata.org/meat-production>>

<<https://ourworldindata.org/meat-production#efficiency-of-meat-production>>

<<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food?country=>>>

Um grupo de pesquisadores coordenados por Alice Rosa comparou os impactos ambientais entre as dietas onívoras, vegetarianas e veganas, em termos de emissões de carbono, de consumo de água e de pegada ecológica. Eles examinaram a alimentação de 153 italianos adultos (51 onívoros, 51 ovo-lacto-vegetarianos e 51 veganos), considerando a variabilidade interindividual no interior de cada grupo ao longo de sete dias num contexto de vida cotidiana.³²⁸ Como mostra a Figura 2.10, a inclusão da carne em uma dieta onívora potencia imensamente o impacto ambiental da alimentação humana.

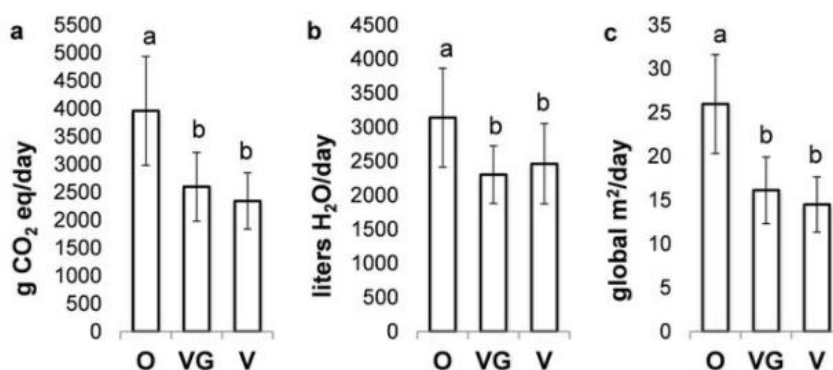


Figura 2.10 - Comparação entre as dietas omnívora (O), ovo-lacto-vegetariana (VG) e vegana (V), em termos de: (1) emissões de gramas de gases de efeito estufa por dia (CO₂-eq); (2) consumo de água por dia e (3) m² de terra global (pegada ecológica) usados por dia. Os valores são médias +/- o desvio-padrão de 51 medidas independentes para cada grupo dietético.

Fonte: Alice Rosi *et al.*, “Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet”. *Scientific Reports*, 7, 21/VII/2017.

<[https://www.nature.com/articles/s41598-017-06466-8?WT.ec_id=SREP-](https://www.nature.com/articles/s41598-017-06466-8?WT.ec_id=SREP-20170725&spMailingID=54564091&spUserID=OTIzMDc0MDc5ODYS1&spJobID=1203990122&spReportId=MTIwMzk5MDEyMgS2)

[20170725&spMailingID=54564091&spUserID=OTIzMDc0MDc5ODYS1&spJobID=1203990122&spReportId=MTIwMzk5MDEyMgS2](https://www.nature.com/articles/s41598-017-06466-8?WT.ec_id=SREP-20170725&spMailingID=54564091&spUserID=OTIzMDc0MDc5ODYS1&spJobID=1203990122&spReportId=MTIwMzk5MDEyMgS2)>

2.7 Insalubridade do consumo de carne

Gro Harlem Brundtland, médica, primeira-ministra da Noruega, diplomata e uma das mais lúcidas personalidades de sua geração, além de diretora-geral da OMS entre 1988 e 2003, resumia sua filosofia sobre a saúde numa única frase: “É simples, realmente. A saúde humana e a saúde dos ecossistemas são inseparáveis”.³²⁹ Nada mais verdadeiro. Isso posto, o consumo de carne, ao menos na escala industrial de nossos dias, é insalubre não apenas por seus impactos nefastos sobre os ecossistemas e o sistema climático. Esse consumo é diretamente prejudicial à saúde humana.

A Fundação EAT, estabelecida pela Fundação Stordalen, o Stockholm Resilience Centre e o Wellcome Trust, publicou em 2019 o relatório “Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems”, coordenada por Walter Willett e Johan Rockström, à frente de 37 especialistas de 16 países. Essa comissão é composta por um corpo independente de cientistas que se valem da melhor ciência disponível para propor uma avaliação global do sistema alimentar, com metas científicas para dietas saudáveis e para a produção sustentável de alimentos. “Essas metas”, afirmam os autores, “constituem a primeira tentativa de fornecer um guia científico para a transformação do sistema alimentar em prol de dietas saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis”.³³⁰ O relatório sublinha as conexões entre o sistema alimentar e as mudanças climáticas e descarta ou reduz a um mínimo o consumo de carne, sobretudo carne vermelha e processada:³³¹

“Fortes evidências indicam que a produção de alimentos está entre os maiores impulsionadores da mudança ambiental global, contribuindo para a mudança climática, perda de biodiversidade, uso de água doce, interferência nos ciclos globais de nitrogênio e fósforo e mudança no sistema terrestre (e poluição química, não avaliada por esta Comissão). (...) Descrevemos quantitativamente uma dieta saudável universal de referência no intuito de fornecer uma base para estimar os efeitos sobre a saúde e o meio ambiente da adoção de uma dieta alternativa às dietas padrão atuais, muitas delas ricas em alimentos não saudáveis. (...) Esta dieta de referência consiste principalmente em vegetais, frutas, grãos integrais, legumes, nozes e óleos insaturados, inclui uma quantidade baixa a moderada de frutos do mar e aves e inclui nenhuma ou uma pequena quantidade de carne vermelha, carne processada, açúcar adicionado, grãos refinados e vegetais ricos em amido”.

A Tabela 2.5 mostra o que entender por excluir ou incluir opcionalmente apenas uma pequena quantidade de carne vermelha e processada (não apenas vermelha) em conformidade com essa dieta de referência.

Tabela 2.5 - Dieta de referência saudável, com variações possíveis, para uma ingestão de 2.500 kcal/dia

| Fontes de proteína* | Ingestão de macronutrientes (variações possíveis), gramas/dia | Kcal/dia |
|--------------------------------|--|-----------------|
| Carne bovina e ovina | 7 (0-14) | 15 |
| Carne de porco | 7 (0-14) | 15 |
| Carne de Galinha e demais aves | 29 (0-58) | 62 |
| Ovos | 13 (0-25) | 19 |
| Peixes | 28 (0-100) | 40 |

* Observação: Carne bovina e ovina são intercambiáveis com carne de porco. Frango e outras aves são intercambiáveis com ovos, peixes ou fontes de proteína vegetal. Legumes, amendoins, nozes, sementes e soja são intercambiáveis.

Fonte: Walter Willett, Johan Rockström (coord.), “Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems”, 2019

<[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext#tbl1](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext#tbl1)>

Em 100 gramas de carne vermelha há, aproximadamente, 30 gramas de proteína. A média diária admitida por essa dieta de referência é, em média, 7 gramas. Isso significa que bastaria comer cerca de 25 gramas de carne vermelha por dia para atingir esse montante de proteína (7,5 gramas). Em outras palavras, uma dieta saudável admite em média cerca de 100 gramas (um bife) de carne bovina ou ovina ou de carne de porco a cada quatro dias, sendo perfeitamente saudável a opção por um consumo zero de todas as carnes, com a única ressalva de um acompanhamento no que se refere à Vitamina B12, sobretudo para as gestantes veganas.³³²

“Embora a inclusão de alguns alimentos de origem animal nas dietas das gestantes seja amplamente considerada importante para o crescimento fetal ideal e maior necessidade de

ferro, especialmente durante o terceiro trimestre da gravidez, as evidências sugerem que dietas vegetarianas balanceadas podem apoiar o desenvolvimento fetal saudável, com a ressalva de que dietas veganas estritas requerem suplementos de vitamina B12.”

Cai por terra, mais uma vez, o mito de que a ingestão de carne é imprescindível para uma dieta saudável, pois em todas as variações possíveis – mostrada entre parênteses na Tabela 2.5 –, a opção zero ingestão de carne não é considerada imprópria. Muito pelo contrário, segundo a International Agency for Research on Cancer (IARC/OMS), “os riscos [para a saúde humana] aumentam com o aumento da quantidade de carne consumida, mas os dados disponíveis para avaliação não permitem uma conclusão sobre se existe um limite seguro desse consumo”.³³³ Que o vegetarianismo seja mais saudável já de há muito o demonstram, de resto, os mais de 200 milhões de vegetarianos por opção mundo afora, aos quais se somam 272 milhões de vegetarianos por razões religiosas na Índia. Na Europa, contam-se mais de 40 milhões de vegetarianos (cerca de 5,5% da população), nos EUA, 16 milhões (5%), na Austrália, 2,5 milhões (12%), no Brasil, mais de 29 milhões (14%), na Argentina, 5,4 milhões (12%) etc.³³⁴ Esse segmento da população não sofre carências nutricionais decorrentes dessa particularidade de sua dieta.

Abster-se de carne, em suma, não faz mal à saúde. O que pode fazer mal é comê-la, ao menos nas quantidades hoje típicas da dieta convencional, e sobretudo carne vermelha, e tanto mais se processada. O acima citado estudo coordenado por Walter Willett e Johan Rockström (2019) reporta que:³³⁵

“Em uma meta-análise prospectiva, o consumo de carne vermelha processada (bovina, suína ou ovina) foi associada com risco acrescido de morte por qualquer causa e por doença cardiovascular; carne vermelha não processada foi também ligeiramente associada a mortalidade por doença cardiovascular”.

Além disso, como se verá melhor no capítulo 8 (seção 8.4 Intoxicação, adoecimento e mortes prematuras), estudos epidemiológicos sugerem uma associação entre o consumo de carne vermelha e processada (de todos os tipos) e aumentos no risco de vários tipos de câncer, sobretudo câncer colorretal, mas também pancreático e da próstata (a associação com câncer no estômago não se mostrou ainda conclusiva). A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica a carne processada de todos os tipos como carcinogênica (Grupo 1) e a carne vermelha como “provavelmente carcinogênica para os humanos” (Grupo 2A). Estimativas recentes realizadas pelo Global Burden of Disease Project mostram que cerca de 34 mil mortes por câncer todos os anos são atribuíveis a dietas com alta ingestão de carne processada. No que se refere à ingestão de carne vermelha, a OMS afirma:³³⁶

“Comer carne vermelha ainda não foi estabelecido como causa de câncer. No entanto, se as associações relatadas forem provadas como causais, o Global Burden of Disease Project estimou que dietas ricas em carne vermelha podem ser responsáveis por 50.000 mortes por câncer por ano em todo o mundo”.

As estimativas do IARC/OMS são de que “o risco de câncer colorretal pode aumentar em 17% a cada porção de 100 gramas de carne vermelha ingerida diariamente”.³³⁷

2.8 O sistema alimentar globalizado, indutor de pandemias

Segundo o Worldometers, até finais de abril de 2022, a Covid-19 havia matado cerca de 6,3 milhões de pessoas (mortes oficialmente notificadas), o que significava em média cerca de 800 mortes por milhão de pessoas no mundo todo. No Brasil, sabidamente por causa da política homicida e negacionista do governo de Bolsonaro, já se havia atingido nessa data a cifra de 3.080

mil pessoas por milhão de brasileiros, um número quase quatro vezes maior que a média global.³³⁸ Isso posto, os números reais globais de mortes causados pela pandemia são muito superiores aos reportados oficialmente. Segundo estimativas publicadas pela revista *The Lancet* em 10 de março de 2022.³³⁹

“Embora as mortes relatadas por COVID-19 entre 1º de janeiro de 2020 e 31 de dezembro de 2021 tenham totalizado 5,94 milhões em todo o mundo, estimamos que 18,2 milhões (...) pessoas morreram em todo o mundo por causa da pandemia de COVID-19 (medida pelo excesso de mortalidade) durante esse período”.

Trata-se, portanto, da maior catástrofe sanitária da história contemporânea desde a chamada “gripe espanhola”, causada pelo vírus H1N1 influenza A, que levou à morte cerca de 50 milhões de pessoas (os números variam de 17 a 100 milhões), ou seja, algo em torno de 2,5% da humanidade, então prestes a atingir 2 bilhões de indivíduos.

Ao contrário, porém, da pandemia causada pelo vírus H1N1 influenza A, a pandemia da Covid-19, bem longe de ser adventícia, é uma consequência reiteradamente prevista de um sistema alimentar globalizado crescentemente disfuncional e destrutivo.³⁴⁰ A convite do IPBES, Josef Settele, Sandra Díaz, Eduardo Brondizio e Peter Daszak escreveram um artigo sobre as causas da atual pandemia, que me permito citar longamente:³⁴¹

“Há uma única espécie responsável pela pandemia da Covid-19: nós. Assim como com as crises climáticas e o declínio da biodiversidade, as pandemias recentes são uma consequência direta da atividade humana – particularmente de nosso sistema financeiro e econômico global baseado num paradigma limitado, que preza o crescimento econômico a qualquer custo. (...) Desmatamento crescente, expansão descontrolada da agropecuária, cultivo e criação intensivos, mineração e aumento da infraestrutura, assim como a exploração de espécies silvestres criaram uma ‘tempestade perfeita’ para o salto de doenças da vida selvagem para as pessoas. (...) E, contudo, isso pode ser apenas o começo. Embora se estime que doenças transmitidas de outros animais para humanos já causem 700 mil mortes por ano, é vasto o potencial para pandemias futuras. (...) Acredita-se que 1,7 milhão de vírus não identificados, dentre os que sabidamente infectam pessoas, ainda existem em mamíferos e pássaros aquáticos. Qualquer um deles pode ser a ‘Doença X’ – potencialmente ainda mais perturbadora e letal do que a Covid-19. É provável que pandemias futuras ocorram mais frequentemente, propaguem-se mais rapidamente, tenham maior impacto econômico e matem mais pessoas, se não formos extremamente cuidadosos acerca dos impactos das escolhas que fazemos hoje”.

Cada frase dessa citação encerra uma lição de ciência e de lucidez política. Mas as duas mais importantes lições precisam ser repetidas: (1) o avanço da agropecuária sobre as florestas criou a tempestade perfeita para o salto zoonótico; (2) a Covid-19 “pode ser apenas o começo”, pois “é vasto o potencial para pandemias futuras”. Em palavras mais diretas, a maior frequência recente de epidemias e pandemias tem por causas centrais o desmatamento e a agropecuária, algo bem estabelecido também por Christian Drosten, atual coordenador do combate à pandemia do Covid-19 na Alemanha, além de diretor do Instituto de Virologia do Hospital Charité de Berlim e um dos cientistas que identificou a pandemia SARS em 2003:³⁴²

“Desde que tenha oportunidade, o coronavírus está pronto para mudar de hospedeiro e nós criamos essa oportunidade através de nosso uso não natural de animais – a criação animal (*livestock*). Essa expõe os animais de criação à vida silvestre, mantém esses animais em grandes grupos que podem amplificar o vírus, e os humanos têm intenso contato com eles – por exemplo, através do consumo de carne –, de modo que tais animais certamente representam uma possível trajetória de emergência para o coronavírus. Camelos são animais de criação no Oriente Médio e são os hospedeiros do vírus MERS, assim como do Coronavírus 229E – que é uma causa da gripe

comum em humanos –, já o gado bovino foi o hospedeiro original do coronavírus OC43, outra causa de gripe”.

Nada disso é novidade para a ciência. Sabemos que a maioria das pandemias emergentes são zoonoses, isto é, doenças infecciosas causadas por bactérias, vírus, parasitas ou príons, que saltaram de hospedeiros não humanos, usualmente vertebrados, para os humanos. Como afirma Ana Lúcia Tourinho, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), o desmatamento é uma causa central e uma bomba-relógio em termos de zoonoses: “quando um vírus que não fez parte da nossa história evolutiva sai do seu hospedeiro natural e entra no nosso corpo é o caos”.³⁴³ Esse risco, repita-se, é crescente. Basta ter em mente que “mamíferos domesticados hospedam 50% dos vírus zoonóticos, mas representam apenas 12 espécies.”³⁴⁴ Esse grupo inclui porcos, vacas e carneiros, em suma, os principais mamíferos escravizados para servirem de alimentação aos humanos.

A dieta carnívora impulsionada pela pecuária industrial é, portanto, uma arma apontada contra nossa saúde e a de inúmeras outras espécies. Outra arma é a emergência climática. Temperaturas mais elevadas favorecem a adaptação de micro-organismos a um mundo mais quente, diminuindo a eficácia de duas defesas básicas dos mamíferos contra os patógenos: (1) a febre, pois muitos micro-organismos não sobrevivem ainda a temperaturas superiores a 37°C, mas podem vir a se adaptar rapidamente a elas; (2) o sistema imune dos mamíferos, que perde eficiência em temperaturas mais elevadas.³⁴⁵ Miyu Moriyama e Takeshi Ichinohe mostraram que “a exposição de camundongos a um ambiente de 36°C reduziu sua alimentação e prejudicou suas respostas imunes adaptativas à infecção pelo vírus da influenza”.³⁴⁶ Além disso, o aquecimento global altera a distribuição geográfica das plantas e animais e está levando espécies animais terrestres a se deslocarem em direção a latitudes mais altas a uma taxa média de 17 km por década.³⁴⁷ Aaron Bernstein, diretor do Harvard University's Center of Climate, Health and the Global Environment, sintetiza bem a interação entre aquecimento global e desmatamento causado primariamente pela agropecuária industrial em suas múltiplas relações com novos surtos epidêmicos:³⁴⁸

“À medida que o planeta se aquece (...) os animais deslocam-se para os polos fugindo do calor. Animais estão entrando em contato com animais com os quais eles normalmente não interagiam, e isso cria uma oportunidade para patógenos encontrarem outros hospedeiros. Muitas das causas primárias das mudanças climáticas também aumentam o risco de pandemias. O desmatamento, causado em geral pela agropecuária, é a causa maior da perda de hábitat no mundo todo. E essa perda força os animais a migrarem e potencialmente a entrar em contato com outros animais ou pessoas e a compartilhar seus germes. Grandes fazendas de gado também servem como uma fonte para a passagem de infecções de animais para pessoas”.

Em resumo, o aquecimento global, o desmatamento, a destruição dos habitats selvagens, a domesticação e a criação de aves e mamíferos em escala industrial destroem o equilíbrio evolutivo entre as espécies, facilitando as condições para saltos desses vírus de uma espécie a outra, inclusive a nossa.

A dieta carnívora na escala industrial de nossos dias é a principal responsável pela insustentabilidade do sistema alimentar globalizado, mesmo em países de renda média e de excepcional desigualdade socioeconômica, como o Brasil, onde o consumo foi de quase 90 quilos (89,69) per capita em 2020, em ligeiro recuo em relação a 2018 (92,66).³⁴⁹ Nos EUA, o consumo de carne (bovina, suína e aviária) manteve-se entre 1999 e 2006 em torno de 113 quilos (250 libras) per capita, mas saltou de 2015 a 2019 para 119 quilos (264 libras) per capita.³⁵⁰ Se todos os humanos consumissem carne nos padrões dos EUA, o sistema alimentar não poderia nutrir mais que 2,5 bilhões de pessoas, menos de um terço da humanidade.³⁵¹ Citando um estudo de Peter Alexander e colegas publicado em 2016,³⁵² o relatório especial do IPCC, *Climate*

change and Land (2019), sublinha o mesmo resultado no que se refere às dietas carnívoras dos EUA e do Reino Unido:³⁵³

“Se todos os países adotassem a dieta e o consumo médio de carne do Reino Unido em 2011, seria necessário reservar 95% da área habitável global para a agropecuária – muito acima dos 50% da superfície terrestre atualmente usada. Para a dieta média dos EUA, seriam necessários 178% da superfície terrestre global (em relação a 2011)”.

Resumindo as diversas recomendações elaboradas por esse relatório, Quirin Schiermeyer destaca como este “descreve dietas baseadas em vegetais como uma grande oportunidade para mitigar e se adaptar às mudanças climáticas – e inclui uma recomendação política para reduzir o consumo de carne”.³⁵⁴ Num artigo publicado no *Jornal da Unicamp* em 2019, intitulado “Abandonar a carne ou a esperança”, retomei a questão já então de há muito discutida:³⁵⁵ há ainda esperança de evitar a ruína de nossas sociedades, causada por temperaturas mais altas, epidemias ou pandemias, secas, inundações, elevação do nível do mar, quebras de safra crescentes e cada vez maior insegurança alimentar e hídrica? A resposta categórica é NÃO, se não assumirmos, entre outros compromissos políticos, a responsabilidade de reduzir drasticamente ou abandonar o consumo de carne.³⁵⁶ Em 2022, essa resposta nada perdeu de sua atualidade. As Figuras 2.2, 2.3 e 2.4, acima, com o histórico dos últimos 60 anos e com a situação em 2010, mostram o caminho em que estamos. E há projeções segundo as quais até 2050 a produção de carne pode atingir entre 460 e 570 Mt, algo entre 35% e 65% a mais que os 342 Mt de 2018.³⁵⁷ Isso não deve acontecer, pois, mantido o sistema alimentar vigente, dificilmente haverá capacidade para a manutenção de tal rebanho. Na realidade, desde 2015 já se acusa um aumento da insegurança alimentar global, que só tenderá doravante a aumentar.

2.9 O aumento da insegurança alimentar

O aumento impressionante da produção agrícola global nos últimos 50 anos foi feito a um custo social e ecológico altíssimo e esse custo começa agora a cobrar seu preço. No seu relatório especial de 2019, *Climate Change and Land*, o IPCC constata que:³⁵⁸

“A erosão do solo em campos agrícolas é estimada de 10 a 20 vezes (sem aragem) a mais de 100 vezes (com aragem convencional) mais alta do que a taxa de formação do solo (média confiança). (...) Em 2015, cerca de 500 (380-620) milhões de pessoas viviam em áreas que sofreram desertificação entre as décadas de 1980 e 2000. (...) Outras regiões de terras secas também sofreram desertificação. Pessoas que vivem em áreas já degradadas ou desertificadas são cada vez mais afetadas negativamente pelas mudanças climáticas (alta confiança)”.

O relatório do IPBES, de maio de 2019, afirma que “atualmente, a degradação dos solos reduziu a produtividade em 23% da área terrestre global, e entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões na produção anual global de culturas está em risco como resultado da perda de polinizadores”.³⁵⁹ Em seu Sexto Relatório de Avaliação, o IPCC (WG II 2022) confirma os estudos recentes a respeito das relações entre a emergência climática e o aumento da insegurança alimentar:³⁶⁰

“As mudanças climáticas, incluindo aumentos na frequência e intensidade de extremos, reduziram a segurança alimentar e hídrica, dificultando os esforços para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (alta confiabilidade). Embora a produtividade agrícola geral tenha aumentado, as mudanças climáticas desaceleraram esse crescimento globalmente nos últimos 50 anos (média confiabilidade)”.

A combinação do fator climático com todos os fatores típicos da atividade do agronegócio – desmatamento, intoxicação e morte dos organismos por agrotóxicos, aniquilação da biodiversidade, uso irresponsável de antibióticos e uso insustentável dos solos – explicam

porque a taxa do aumento do “fator total de produtividade” da agricultura³⁶¹ começou a declinar. Segundo Ariel Ortiz-Bobea e colegas:³⁶²

“A mudança climática antropogênica reduziu o fator total de produtividade agrícola global em cerca de 21% desde 1961, uma redução equivalente a perder os últimos 7 anos de crescimento de produtividade. O efeito é substancialmente mais grave (com uma redução de 26% a 34%) em regiões mais quentes, como a África, a América Latina e o Caribe. Também descobrimos que a agricultura global se tornou mais vulnerável às mudanças climáticas em curso”.

Na América do Sul, por exemplo, fortemente golpeada em 2021 e em 2022 por eventos meteorológicos extremos, escassez hídrica, picos de calor, erosão, secas mais prolongadas e chuvas torrenciais, as estimativas são de quebras importantes de safra de soja e de milho em diversas regiões, entre as quais o sul do Brasil, a Argentina, o Uruguai, o Paraguai e a Bolívia.³⁶³ Multiplicam-se as projeções desses impactos negativos combinados da destruição da biodiversidade e da emergência climática sobre os cultivos de milho, soja, arroz e feijão já a partir do segundo quarto do século.³⁶⁴ Um trabalho publicado na *Nature Food* sugere que, num cenário de altas emissões de GEE, as colheitas médias globais de milho podem sofrer um decréscimo de 24% até o final do século, com declínios tornando-se aparentes já ao final do presente decênio.³⁶⁵ Uma pesquisa conduzida pela NASA sugere que a produção de milho e de trigo pode ser afetada negativamente pela emergência climática já em 2030.³⁶⁶ Trata-se de um resultado consistente com uma pesquisa de 2017, segundo a qual a emergência climática impactará também a produção de arroz e soja. Juntos, esses quatro cultivos – milho, trigo, arroz e soja – fornecem dois terços das calorias na alimentação humana global.³⁶⁷ E conforme adverte Daniel Quiggin, do Environment and Society Programme de Chatham House (Reino Unido):

“As colheitas podem diminuir em 30% na ausência de reduções drásticas de emissões. Até 2040, a proporção média em que terras agrícolas globais serão afetadas por secas graves provavelmente aumentará para 32% ao ano, mais de três vezes a média histórica”.

To meet global demand, agriculture will need to produce almost 50 per cent more food by 2050. However, yields could decline by 30 per cent in the absence of dramatic emissions reductions. By 2040, the average proportion of global cropland affected by severe drought will likely rise to 32 per cent a year, more than three times the historic average.

, “até 2040, a proporção das safras globais afetadas por secas graves – equivalente à sofrida pela Europa Central em 2018 (50% de redução da safra) – aumentará provavelmente para 32% a cada ano, mais do triplo da média histórica”.³⁶⁸ Esses indicadores reforçam as análises e prognósticos, já antigos de uma ou mesmo duas décadas, de Lester Brown, que exploram a possibilidade de que o colapso socioambiental em curso assumira finalmente a forma “clássica” de outros colapsos locais e históricos, qual seja o de crises agudas ou estados recorrentes de insegurança alimentar e hídrica.³⁶⁹ Em 2012, numa intervenção em Cambridge, na Inglaterra, Brown afirmou, referindo-se à alimentação como o elo mais fraco das civilizações anteriores que colapsaram: “Por muito tempo rejeitei a ideia de que a alimentação pudesse ser nosso elo mais fraco. Mas, tendo pensado a respeito em anos recentes, cheguei à conclusão que não apenas a alimentação pode ser o elo mais fraco, mas que provavelmente é o elo mais fraco”.³⁷⁰

Essa forma “clássica” de colapso já começou a se evidenciar nos últimos oito anos (2015-2022), pois a longa tendência à diminuição da fome, da insegurança alimentar e da subnutrição se inverteu após 2014. É impossível saber de qual dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável estaremos mais distantes em 2030 do que estávamos em 2015. Um dos mais fortes candidatos, mantida a tendência atual, é, por certo, o Objetivo 2: “Acabar com a fome, alcançar

a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”. De fato, a FAO projeta que a subnutrição aumentará até 2030, como mostra a Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Número de pessoas subnutridas (em milhões) e porcentagem da população mundial entre 2005 e 2030

| | 2005 | 2014 | 2019 | 2030 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Pessoas subnutridas no mundo | 825,6 | 638,9 | 687,8 | 841,4 |
| % da população mundial | 12,4 | 8,6 | 8,9 | 9,8 |

Fonte: FAO, Food Security and Nutrition Around the World in 2020

<https://www.fao.org/3/ca9692en/online/ca9692en.html#chapter-1_1>

Esses dados são provavelmente conservadores, baseados que estão em informações fornecidas pelos governos. Além disso, estão defasados, pois a pobreza, a insegurança alimentar, a subnutrição e a fome no mundo aumentaram muito desde a pandemia da Covid-19, com o aumento no preço dos combustíveis fósseis e com a invasão da Ucrânia pela Rússia em 2022, elementos que trouxeram níveis mais extremos de empobrecimento, escassez e carestia de alimentos.

Em todo o caso, já em 2020, como afirmava a FAO,³⁷¹ 2,37 bilhões de pessoas, ou 30,4% da humanidade, estavam em situação de insegurança alimentar. O Agricultural Commodity Price Index permaneceu 25% mais alto em 2021 do que em 2020 e trata-se, doravante, de uma tendência de longo prazo, malgrado os altos e baixos conjunturais. Assim, a FAO reavaliou os dados de 2019 e concluiu que em 2020 as estimativas de pessoas subnutridas globalmente variam entre 9,2% e 10,4%. A média de 9,8% estimada para 2030 na Tabela 2.6 foi atingida já em 2020, sendo que na África uma em cada 5 pessoas passavam fome em 2020. No que se refere à insegurança alimentar, os números são ainda mais críticos:³⁷²

“A insegurança alimentar moderada ou grave (com base na Escala de Experiência de Insegurança Alimentar) em nível global tem aumentado lentamente, de 22,6% em 2014 para 26,6% em 2019. Então, em 2020 (...) ela aumentou quase tanto quanto nos cinco anos anteriores combinados, para 30,4%. Assim, quase uma em cada três pessoas no mundo não tinha acesso à alimentação adequada em 2020 – um aumento de 320 milhões de pessoas em apenas um ano, de 2,05 para 2,37 bilhões. Quase 40% dessas pessoas – 11,9% da população global, ou quase 928 milhões – enfrentaram insegurança alimentar em níveis graves, com quase 148 milhões de pessoas a mais em 2020, em relação a 2019, com insegurança alimentar grave”.

O caso dos EUA, sempre exemplar por ser o país mais rico do mundo e com grande abundância de dados estatísticos, é chocante. Em 2000, havia 33,2 milhões de pessoas nos EUA em situação de insegurança alimentar. Em 2019, esse número crescera em 300 mil, para 33,5 milhões. Mas a projeção para 2020 era de um salto para nada menos que 50,4 milhões de pessoas, por causa da pandemia da Covid-19.³⁷³ Subitamente, 16,9 milhões de pessoas a mais encontravam-se em situação de insegurança alimentar a mais que em 2019. Dificilmente a insegurança alimentar diminuirá significativamente nos EUA, uma vez passada a pandemia. No Brasil, a insegurança alimentar havia diminuído substancialmente até 2014, graças a políticas inclusivas como o Programa Bolsa Família, o crescimento real de 71,5% do salário mínimo e a merenda escolar a 43 milhões de crianças e adolescentes. Com tais políticas, a redução da pobreza extrema caiu 75% entre 2001 e 2014 e o país foi retirado pela FAO do Mapa Mundial da Fome em 2014. Essa tendência positiva se inverteu a partir da crise econômica de 2014 e, com a tragédia da eleição de Bolsonaro em 2018 fomentada pela elite econômica, a fome começou a se generalizar no país, agravada obviamente pela pandemia, mas, sobretudo, em decorrência do desmonte das políticas públicas. Segundo Paulo Petersen, da Articulação Nacional da Agroecologia, “89% de todos os grãos produzidos no país no ano passado [2020] foram de milho e soja”, produtos

basicamente destinados, como visto acima, à exportação e à ração animal.³⁷⁴ Assim, em dezembro de 2020, segundo pesquisa coordenada pela Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (Rede PENSSAN):³⁷⁵

“Do total de 211,7 milhões de pessoas, 116,8 milhões [55,2%] conviviam com algum grau de insegurança alimentar (leve, moderada ou grave). Destes, 43,4 milhões não contavam com alimentos em quantidade suficiente para atender suas necessidades (insegurança alimentar moderada ou grave). Tiveram que conviver e enfrentar a fome, 19 milhões de brasileiros(as)”.

É ainda possível retomar o caminho da redução da fome no Brasil e no mundo? Obviamente sim. Esse caminho passa, contudo, necessariamente pela derrota de Bolsonaro em finais de 2022 e não envidar todos os esforços necessários para assegurar essa derrota é imoral, além de cruelíssimo. Mas retomar o círculo virtuoso só será de fato possível se o sistema alimentar vigente basear-se em nutrientes de origem vegetal, e se for substituído por uma agricultura genuína, saudável e respeitosa da biosfera.

2.10 Conclusão. Mudar o sistema alimentar globalizado

Tanto quanto o abandono dos combustíveis fósseis, mudanças radicais no sistema alimentar impõem-se, portanto. Esse é um ponto central de uma agenda política de sobrevivência. Trata-se de uma das mudanças mais difíceis em âmbito pessoal, dado que regimes alimentares estão profundamente arraigados na história e nas culturas de cada sociedade. E, no entanto, será imprescindível mudar. Os mais apegados ao consumo de carne podem começar pelo tradicional “segunda sem carne” e evoluir aos poucos para a minimização desse consumo.

Este capítulo iniciou-se com a constatação de Michael Clark e colegas segundo a qual as emissões do sistema alimentar por si só tornam impossível conter o aquecimento global nos limites do Acordo de Paris.³⁷⁶ Essa constatação tem, contudo, uma contrapartida extremamente encorajadora: a rápida descontinuação do consumo de carne pode estabilizar os níveis de GEE por 30 anos e compensar 68% das emissões de CO₂ neste século. Michael Eisen e Patrick Brown quantificaram os benefícios dessa mudança, combinando os efeitos de longo prazo da redução das emissões de GEE provenientes do atual sistema alimentar e da recuperação da biomassa que essa descontinuação propiciaria:³⁷⁷

“Mostramos que, mesmo na ausência de quaisquer outras reduções de emissões, quedas persistentes nos níveis atmosféricos de metano e óxido nitroso e acúmulo mais lento de dióxido de carbono, após a eliminação da produção de gado, teriam, até o final do século, o mesmo efeito cumulativo sobre o potencial de aquecimento da atmosfera que uma redução de 25 Gigatoneladas por ano nas emissões antropogênicas de CO₂, fornecendo metade das reduções de emissões líquidas necessárias para limitar o aquecimento a 2°C. A magnitude e a rapidez desses efeitos potenciais devem colocar a redução ou eliminação da pecuária na vanguarda das estratégias para evitar mudanças climáticas desastrosas”.

Um relatório de 2020 do WWF, *Bending the Curve: The Restorative Power of Planet-Based Diets*, coordenado por Brent Loken, chega a conclusões ainda mais ambiciosas no que se refere aos benefícios de uma dieta baseada em nutrientes vegetais. Ela tem potencial para:³⁷⁸

- (1) reduzir as emissões de GEE diretamente relacionadas à produção de alimentos dos atuais 16 GtCO₂e (2018) para 5 GtCO₂e;
- (2) tornar a agricultura um sumidouro de carbono, ao permitir o aproveitamento dos espaços das pastagens para o reflorestamento;

(3) alimentar a humanidade com a mesma área de terras agrícolas hoje utilizadas ou ainda menos;

(4) “reduzir a perda de biodiversidade global entre 5% (dieta flexitariana) e até 46% (dieta vegana). Na região da América Latina/Caribe, a perda de biodiversidade pode ser reduzida em aproximadamente 50% a 70%, dependendo do padrão alimentar adotado”;³⁷⁹

(5) reduzir as mortes prematuras em mais de 20%.

Um programa pessoal e político baseado nesses cinco pontos é o caminho mais rápido e eficiente para transformar círculos viciosos em círculos virtuosos no que se refere ao sistema alimentar e à crise animal. Ele é tanto mais necessário e impreterível nos países amazônicos, como se verá no próximo capítulo.

3. O decênio decisivo da Amazônia

“Se eles desmatarem toda a floresta, o tempo vai mudar, o sol vai ficar muito quente, os ventos vão ficar muito quentes. Eu me preocupo com todos porque é a floresta que segura o mundo”.

Cacique caiapó Raoni Metuktire³⁸⁰

Uma canção-manifesto, “Canção para a Amazônia”, composta em 2021 por Nando Reis e Carlos Rennó e interpretada por um conjunto de músicos excepcionais do Brasil, tem por refrão a mesma mensagem do cacique Raoni Metuktire, citada em epígrafe: “Salve a Amazônia. Salve-se a selva ou não se salva o mundo!”³⁸¹ Não é necessário ser cientista ou ler os relatórios do IPCC e do IPBES para entender essa verdade simples e essencial, advertida e formulada bem antes da ciência pela sabedoria indígena e pela sensibilidade artística. Sim, se não salvarmos a floresta, não se salvará o mundo, pois é a floresta que segura o mundo. Todas as florestas, é claro, e em especial a amazônica. Os dois capítulos precedentes podem ser lidos como uma introdução ao desafio discutido neste: como aumentar as chances de sobrevivência da Amazônia, de sua floresta e de suas diversas civilizações, contra a coalizão de forças político-militares e corporativas da mineração, do garimpo e do sistema alimentar globalizado, que lucram com a sua ruína? Por enquanto, essas chances estão diminuindo rapidamente. Reverter esse processo requer medidas emergenciais, a serem tomadas desde agora com a destituição imediata de Bolsonaro ou com a adoção, desde janeiro de 2023, de medidas consentâneas com a extrema gravidade da situação, discutidas ao final do capítulo e no capítulo 11 (Propostas 3 e 4, sobretudo). Em suma, em nenhuma outra frente de batalha pela habitabilidade do planeta é tão verdadeira a percepção de que estamos vivendo o decênio decisivo, quanto na Amazônia.

3.1 As civilizações da floresta sob ataque

A Amazônia tem sido ininterruptamente ocupada por uma grande diversidade de civilizações e é possível que a antiguidade dessa ocupação seja muito anterior a 12 mil anos antes do presente (AP), como habitualmente proposto. Ela poderia remontar a mais de 30 mil anos, ou seja, a um período tão remoto quanto o da presença humana atestada nos famosos sítios arqueológicos do Piauí. De fato, segundo Antoine Lourdeau (2019), “a partir de cerca de 30.000 anos, existe inegável convergência de dados consolidados em diferentes sítios e diferentes ambientes da região [Piauí] para apoiar presença humana pleistocênica”.³⁸² Outros vestígios arqueológicos estudados no México remontam a mais de 30 mil anos AP, o que reforça a hipótese de presença humana na Amazônia muitos milênios antes do início do Holoceno.³⁸³

A geografia humana da Amazônia é de uma imensa complexidade, malgrado não ter escapado ilesa do maior genocídio perpetrado na Idade Moderna pela colonização europeia. Estima-se que a população das Américas anterior a 1492 era de 54 a 60,5 milhões de pessoas e que apenas entre 1492 e 1600 os colonizadores europeus tenham causado, através de epidemias, escravização, massacres e destruição de territórios e modos de vida, uma redução de 90% nessa população.³⁸⁴ A América do Sul não sofreu menos que outras regiões do continente americano, mas a floresta amazônica e seus povos foram menos impactados nesse primeiro momento. O

genocídio, contudo, não cessou após 1600 e a Amazônia, cujas populações autóctones no século XVI montavam a cerca de 8 a 10 milhões de pessoas, foi reduzida sucessivamente a 10% a 20% de sua população antes da invasão europeia.

A Amazônia conta-se hoje entre as regiões mais agredidas, social e ambientalmente, do planeta e tornou-se nos últimos decênios a mais violenta do Brasil. Como informa o Fórum Brasileiro de Segurança Pública,³⁸⁵ a taxa de homicídios cresceu 85% no Brasil entre 1980 e 2019. Mas enquanto no Sudeste essa taxa caiu 19,2%, no Norte do país ela cresceu 260,3% e no NE, 296,8%. Enquanto no Brasil a taxa de mortes violentas intencionais (MVI) é de 23,9 para cada 100 mil habitantes, na região amazônica ela é de 29,6, sendo de 41,7 no Amapá, 32,9 no Acre e 32,5 no Pará. Os autores do Fórum acrescentam:

“Pelo menos dois fatores parecem contribuir diretamente para o crescimento da violência letal na região da Amazônia Legal: a intensa presença de facções do crime organizado e de disputas entre elas pelas rotas nacionais e transnacionais de drogas que cruzam a região; e o avanço do desmatamento e a intensificação de conflitos fundiários, que resulta também no crescimento da violência letal”.

A população da Amazônia está indefesa em face dos traficantes de drogas, madeira, ouro e carne obtida em detrimento da floresta. Nesse espectro, os maiores criminosos, os grandes fazendeiros, são os mais impunes. Não apenas são eles super-representados em todas as instâncias do poder executivo e legislativo do país, mas são também parte substancial do próprio corpo legislativo, como bem mostrou Alceu Luís Castilho, em seu clássico livro *Partido da Terra. Como os políticos conquistam o território brasileiro*.³⁸⁶ A Oxfam e o grupo de analistas “De olho nos ruralistas” vêm monitorando essa apropriação do território brasileiro e do poder legislativo pelos congressistas da Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA), fundada em 1995 e atualmente com 241 dos 513 deputados federais e 39 dos 81 senadores.³⁸⁷ Apenas a título de exemplo, as propriedades de Jayme Campos (ex-DEM-MT), senador e ex-governador do Mato Grosso, somam 43,9 mil hectares nesse estado. Em 2008, os administradores de uma de suas fazendas tiveram que assinar um TAC (Termo de Ajuste de Conduta) por abrigar trabalho análogo à escravidão. O IBAMA já o autuou também por desmatamento ilegal. Outro exemplo é o do senador Acir Gurgacz (PDT-RO), que cumpre sentença de 4 anos em regime semiaberto, e que declarou 31,6 mil hectares em Rondônia e no Amazonas, na fronteira com o Acre. Mas muitos desses parlamentares possuem terras em nomes de pessoas jurídicas, sendo mais difícil determinar a extensão de suas propriedades. Em todo o caso, é justamente por causa da certeza de impunidade de que gozam fazendeiros, grileiros, seus jagunços e suas milícias,³⁸⁸ que o Brasil figura hoje como um dos países mais violentos do mundo no que se refere ao assassinato de ambientalistas e de todos os que defendem suas terras e seus modos de vida. Entre 2012 e 2020, o Global Witness documentou o assassinato de 317 defensores de suas terras e do meio ambiente, muitos dos quais indígenas, que sofreram um aumento do desmatamento em seus territórios da ordem de 74% em 2019, em relação a 2018.³⁸⁹

Isso posto, e apesar de tudo, a Amazônia resiste. Ela ainda é o lar de 3.344 territórios indígenas, formalmente reconhecidos como tais.³⁹⁰ São imensas a força e a riqueza da cultura material, agrícola e simbólica desses povos e sua diversidade linguística é um dos traços mais salientes dessa riqueza. Segundo o Painel Científico para a Amazônia (*Science Panel for the Amazon. Amazon Assessment Report 2021*), entre os povos indígenas da Amazônia encontram-se cerca de 50 das 125 línguas isoladas no mundo. Apenas nas cabeceiras dos rios Guaporé e Mamoré, na região SO da Amazônia, encontram-se mais de 10 línguas isoladas.³⁹¹ Sua riqueza cultural se estampa também em sua população não indígena, vale dizer, na constelação de povos ribeirinhos, extratores e quilombolas, que se adaptaram à floresta ao longo dos últimos séculos e com ela viviam em harmonia até a ofensiva militar e corporativa iniciada nos anos 1970.

3.2 Imensidão, conservação e diversidade biológica da Amazônia

Antes de descrever as evidências e indicadores da atual aceleração da floresta em direção ao seu colapso, é importante lembrar o que sua simples existência representa para a vida. As florestas tropicais modernas, inclusive a floresta amazônica, tal como a conhecemos hoje – florestas ombrófilas densas, com dossel fechado e forte dominância de táxons de angiospermas – resultam da remodelagem dos ecossistemas tropicais após a grande extinção em massa de espécies do Cretáceo-Paleogeno, causada pelo impacto de um meteoro em Chicxulub, na península de Iucatã, há 66,02 milhões de anos. Como mostrou Mónica Carvalho e colegas:³⁹²

“O evento do final do Cretáceo teve consequências profundas para a vegetação tropical, possibilitando em última instância a formação das modernas florestas Neotropicais. É notável que um único acidente histórico tenha alterado a trajetória ecológica e evolutiva das florestas tropicais, desencadeando, em essência, a formação do mais diverso bioma da Terra”.

A floresta amazônica durante todo o Cenozoico é, portanto, o produto de uma evolução de 58 - 60 milhões de anos, concluindo-se nos últimos 10 milhões de anos com a aceleração do soerguimento dos Andes, que determinou a direção oeste-leste do fluxo das águas. Da interação entre esses diversos processos geomórficos e biológicos resultou a bacia amazônica, que se estende por 6,7 milhões de km², dos quais 5,5 milhões são ainda cobertos por florestas, embora em estados muito diversos de conservação. Ela é, na Idade Contemporânea, o denominador comum, o traço de união entre 8 nações e um território francês da América do Sul: Bolívia (6,87%), Brasil (60,3%), Colômbia (6,95%), Equador (1,48%), Guayana (3,02%), Guayana Francesa (1,15%), Peru (11,3%), Suriname (2,1%) e Venezuela (6,73%). A área da floresta amazônica é maior que a soma das áreas de todas as florestas tropicais do mundo. A Figura 3.1 mostra que, em 2020, ela ainda correspondia a 54% da área ocupada por todas as florestas tropicais primárias do planeta. O quadro à direita da Figura 3.1 indica que a floresta amazônica é também a que apresenta, juntamente com as florestas da Australásia, a maior porcentagem ainda conservada de florestas primárias.

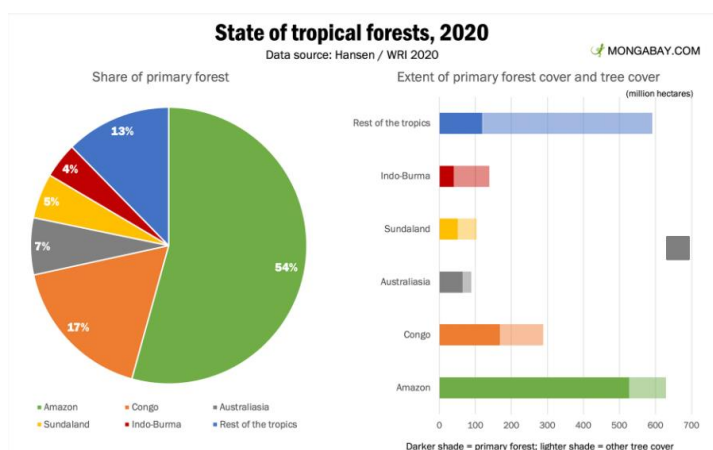


Figura 3.1 - Distribuição por área das florestas tropicais primárias ao redor do mundo e estado dessas florestas em 2020 em milhões de hectares (Mha). Nas colunas da direita, os segmentos mais escuros representam as florestas primárias, os mais claros outros tipos de cobertura arbórea, sempre em Mha.

Observação: (1) Amazônia (54%); (2) bacia do Congo (17%); (3) Australásia (NE da Austrália, Papua Nova Guiné e ilhas da parte oriental da Indonésia = 7%); (4) Sondaalândia (Malásia peninsular, Sumatra, Java, Borneo e ilhas próximas = 5%); (5) Indo-Burma (Myanmar, Laos, Tailândia, Camboja, Vietnã, parte oriental da Índia, Bangladesh e província de Yunan na China = 4%).

Fonte: Rhett A. Butler, “The World’s largest forests”. Mongabay, 11/VII/2020, baseado em Matthew C. Hansen e World Resources Institute (WRI), 2020

<<https://rainforests.mongabay.com/facts/the-worlds-largest-rainforests.html>>

O planeta Terra é algo mais que uma rocha gravitando em torno de uma estrela apenas porque sobre essa rocha pôde-se formar uma finíssima camada composta de solos, água em estado líquido e atmosfera, na qual, e graças à qual, pulsa a vida: a biosfera. E em nenhum lugar deste planeta a biosfera terrestre tornou-se mais rica e pujante do que nas florestas tropicais, entre as quais a Amazônia. Calcula-se que o magnífico mosaico de ecossistemas terrestres e aquáticos que constitui a Amazônia – florestas, várzeas, planícies alagáveis, savanas e rios – comporte ainda entre 390 e 410 bilhões de árvores.³⁹³ Há consenso de que a Amazônia abriga, em geral, 10% a 15% da biodiversidade existente nas terras emersas do planeta.³⁹⁴ O conhecimento da biodiversidade dessa região é ainda muito lacunar e novas espécies amazônicas continuam sendo descobertas a um ritmo impressionante. De 1999 a 2009, o projeto “Amazônia Viva” (*Amazon Alive*) registrou novas espécies na seguinte proporção: “637 plantas, 257 peixes, 216 anfíbios, 55 répteis, 16 aves, 39 mamíferos e milhares de invertebrados, tais como insetos, aranhas e lesmas”.³⁹⁵ A Tabela 3.1 fornece alguns números relativos às espécies descritas, segundo os levantamentos reportados, entre outros, pelo Painel Científico para a Amazônia (*Science Panel for the Amazon*, doravante SPA).

Tabela 3.1 - Espécies descritas na Amazônia

| Espécies | Números documentados |
|----------------------|---------------------------------------|
| Insetos | 2.500.000 (estimativa) |
| Plantas com sementes | > 50.000 (16 mil espécies de árvores) |
| Borboletas | 1.560 (7.800 ao todo nos Trópicos) |
| Mamíferos | 425 |
| Anfíbios | 427 |
| Répteis | 371 |
| Aves | 1.300 |
| Peixes | 2.406 (1.248 endêmicas) |

Fontes: Carlos Nobre, Andrea Encalada (co-diretores) *et al.*, *Science Panel for the Amazon (SPA)*. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. *The Amazon We Want*, p. 10; Butterflies of the Amazon (Naturkunde Museum Karlsruhe <<https://www.amazonian-butterflies.net/introduction/amazon/>>; Thierry Oberdorff *et al.*, “Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin”. *Science Advances*, 5, 11/IX/2019; Hans ter Steege *et al.*, “Hyperdominance in the Amazonian tree flora”. *Science*, 342, 2013.

Além dessas quase 2.500 espécies de peixes de água doce já descritas, estima-se que mais de mil espécies de peixes restem ainda a se descobrir.³⁹⁶ Segundo o SPA, “a Amazônia é o lar de uma fatia notável da biodiversidade global conhecida, incluindo 22% das espécies de plantas vasculares, 14% das aves, 9% dos mamíferos, 8% dos anfíbios e 18% dos peixes que habitam os trópicos. Em partes dos Andes e das planícies amazônicas, um único grama de solo pode conter mais de 1.000 espécies de fungos geneticamente distintas”.³⁹⁷ Nas regiões NO e central da Amazônia, em apenas um hectare de floresta podem conviver mais de 300 espécies de árvores, vale dizer, mais espécies de árvores que em toda a Europa.³⁹⁸ “Uma simples árvore na Amazônia”, afirmam Gerardo Ceballos, Anne e Paul Ehrlich, “pode abrigar centenas de espécies de besouros e mais espécies de formigas do que em toda a Grã-Bretanha”.³⁹⁹

Em 1988, Russell Mittelmeier e o World Conservation Monitoring Centre (WCMC), do PNUMA, identificaram 17 países considerados biologicamente megadiversos. Os critérios de megadiversidade são: (1) a abundância de espécies; (2) o grau de endemismo, tanto no nível de espécies quanto em níveis taxonômicos mais altos; (3) a existência em seu território de ao menos 5 mil espécies de plantas endêmicas e (4) fronteiras com ecossistemas marinhos.⁴⁰⁰ Juntos, esses 17 países “detêm ao menos dois terços de todas as espécies de vertebrados

terrestres e três quartos de todas as espécies de plantas” .⁴⁰¹ Apenas quatro países entre eles – Brasil, Madagascar, República Democrática do Congo (RDC) e Indonésia – conservam 75% de todas as espécies de primatas do planeta, embora muitas em situação crítica.⁴⁰² No rol dos 17 países megadiversos, apenas os EUA não estão nos Trópicos, 6 têm ao menos parte de seus territórios entre as latitudes 23° 26’ N e S (México, Brasil, África do Sul, Índia, Austrália e China), 10 encontram-se entre esses dois paralelos e 5 são amazônicos, tal como mostra a Figura 3.2.

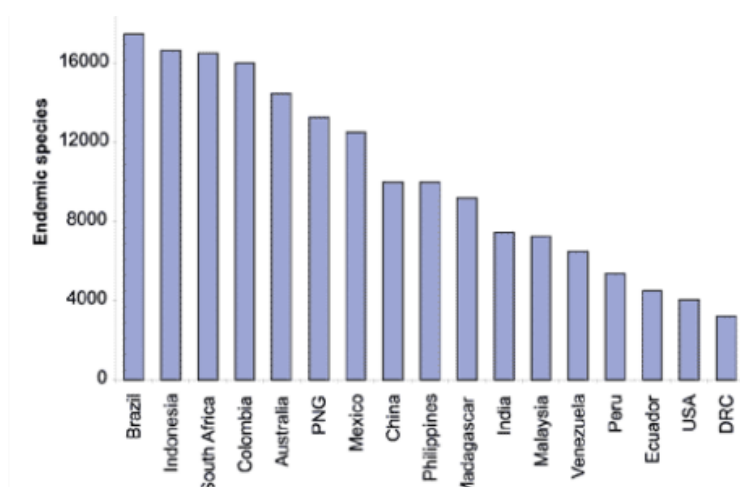


Figura 3.2 - Os 17 Países Megadiversos por abundância de espécies endêmicas
<https://www.biodiversitya-z.org/content/megadiverse-countries.pdf>

O Painel Científico para a Amazônia ressalta que o endemismo na planície amazônica é muito alto: 34% das espécies de mamíferos, 20% das aves e 58% das espécies de peixes de água doce encontram-se apenas nessa região do planeta. No caso dos mamíferos, concentram-se na Amazônia 80% das espécies endêmicas da Terra. Trata-se da maior biodiversidade aquática em ecossistemas de água doce do mundo, e suas espécies de peixes representam 13% a 15% das espécies de peixes de água doce até agora descritas.⁴⁰³

3.3 Amazônia, refrigerador do planeta e reservatório de carbono

“A região equatorial em geral, e a Amazônia em particular, é enormemente importante para o clima do mundo”.

Antonio Donato Nobre (2011)⁴⁰⁴

A Amazônia não representa “apenas” a maior biodiversidade terrestre e aquática de água doce do planeta. O tesouro amazônico pode ser entendido também do ponto de vista de sua importância crucial para os recursos hídricos, para o equilíbrio dos oceanos e para o sistema climático regional, continental e global. Isso porque essa descomunal biodiversidade é irrigada por quantidades igualmente descomuns de água que, ao mesmo tempo, separam e conectam os ecossistemas amazônicos entre eles e interferem também nos ecossistemas não amazônicos. A área de drenagem da bacia amazônica se estende por cerca de 6,3 Mkm², ou 38% da área da América do Sul. O rio Amazonas, o maior rio do mundo por volume de água (12 vezes maior que o volume do Mississipi, por exemplo), descarrega entre 215.000 e 230.000 m³ de água por segundo no Oceano Atlântico, o que representa entre 15% e 22% da descarga de água doce nos oceanos.⁴⁰⁵ Há uma enorme quantidade de rios de grande porte nessa bacia hidrográfica (1.100 rios tributários do rio Amazonas, por exemplo)⁴⁰⁶ e todos eles transportam por milhares de quilômetros, através do continente, animais, minerais, sedimentos e nutrientes. Apenas o rio

Amazonas os transporta por mais de 6 mil quilômetros e por cerca de 160 quilômetros oceano adentro.

A abundância de água é obviamente fundamental para a existência da floresta. Mas o inverso também é verdadeiro, pois a floresta é também fundamental para a água. Isso porque, ao mesmo tempo em que os rios amazônicos correm para o mar, na atmosfera ocorre o processo inverso: jatos de vapor de água adentram o continente. Os ventos alísios da célula de Hadley, em circulação constante em direção à zona equatorial de baixa pressão atmosférica ganham umidade e calor à medida que se aproximam da linha do equador e, ao ascenderem (por serem mais quentes, menos densos que o ar frio e conterem mais energia), descarregam chuva sobre a floresta. Como há muito sabido, a própria floresta produz sucção dos ventos alísios para o interior do continente, enquanto as suas centenas de bilhões de árvores funcionam como bombas bióticas de umidade que reciclam a chuva em direção leste-oeste, num ciclo hidrológico oceano-chuvas-*evapotranspiração*, vital para toda a região, para todo o continente e mesmo para todo o planeta. Num dia ensolarado, uma única árvore de grandes proporções na Amazônia, segundo uma avaliação de Antonio Donato Nobre, pode bombear dos solos e dos lençóis freáticos, através de suas raízes superficiais⁴⁰⁷ e profundas, até 1.000 litros de água por dia para a atmosfera.⁴⁰⁸ Se a célula de Hadley é um mecanismo de circulação atmosférica que irriga as florestas equatoriais, entre as quais a floresta amazônica, a bomba biótica de suas árvores produz o fenômeno inverso. Como diz ainda Antonio Donato Nobre, a floresta produz “uma irrigação em reverso. A floresta amazônica é um irrigador da atmosfera”.⁴⁰⁹ Segundo os cálculos do SPA:⁴¹⁰

“Estima-se que 72% do vapor de água que entra na coluna atmosférica anualmente [na Amazônia] seja de origem oceânica e 28% seja evaporado localmente; assim, a floresta e a *evapotranspiração* desempenham um papel significativo no clima. Na base dos Andes, a reciclagem da precipitação atinge mais de 50%. As florestas amazônicas também sustentam o ciclo hidrológico emitindo compostos orgânicos voláteis (COVs, tais como terpenos) que se tornam núcleos de condensação de nuvens e levam à formação de gotas de chuva”.

Uma parte ponderável dos cerca de 2.200 mm de chuva recebida em média por ano pela floresta amazônica como um todo é produzida por ela mesma. Acima, estima-se em 28% dessa chuva e mais de 50% na base dos Andes. Segundo outras estimativas convergentes, 25% a 35%.⁴¹¹ Já em 1984, Eneas Salati e Peter Vose calculavam que “em média 50% da precipitação é reciclada e em algumas áreas mais”.⁴¹² E Esprit Smith reporta que “as florestas tropicais geram até 80% de sua própria chuva, especialmente durante a estação seca”.⁴¹³ Em outras palavras, a floresta produz e reproduz as condições de sua própria existência. Como resume Carlos Nobre numa fórmula admirável: “a floresta só existe porque ela existe”.⁴¹⁴

Além disso, outras regiões do continente ao sul da floresta só não são mais áridas ou mesmo desérticas porque a floresta lhes fornece quantidades apreciáveis de massas de ar carregadas de vapor de água, os chamados “rios voadores”, segundo a famosa expressão proposta por José Marengo.⁴¹⁵ Em outras palavras, parte importante das chuvas das regiões do Chaco, do Pantanal, do Centro-Oeste do Brasil, da bacia do Prata e do Sudeste do país são, em diversas proporções, tributárias desses rios voadores amazônicos. Os mapas do “Projeto Rios Voadores” monitoram a chegada dessas massas de umidade em cidades do Sudeste do país como Ribeirão Preto, Uberaba, Uberlândia e Belo Horizonte.⁴¹⁶ Antonio Donato Nobre mostrou que, não fosse por esses rios voadores de baixa atmosfera provenientes da floresta amazônica, as latitudes médias entre 20°C e 35°C do continente sul-americano seriam propensas à desertificação, por efeito dos ventos contra-alísios secos da alça de subsidência da célula de Hadley, que roubam umidade dessas latitudes. Os desertos ou semidesertos de Kalahari na África, do Atacama na América do Sul e os desertos da Austrália situam-se justamente nessas latitudes do planeta.⁴¹⁷ A floresta amazônica, em suma, age, para usar a expressão do Painel Científico para a Amazônia, “como

um gigantesco ‘ar-condicionado’, diminuindo as temperaturas terrestres superficiais e gerando chuva. Ela exerce uma forte influência sobre a atmosfera e sobre seus padrões de circulação, tanto nos Trópicos como além deles”.⁴¹⁸

Essa função de “ar condicionado” da atmosfera, as florestas e seus solos a exercem também através da absorção e armazenamento de carbono pela vegetação e pelos solos. Estima-se que desde o início das medições modernas das concentrações atmosféricas de CO₂ em 1958, as florestas sequestraram cerca de 2% a mais de CO₂ através da fotossíntese do que o geraram através da decomposição do material orgânico. Essa capacidade representa a captura de cerca de 25% de todas as emissões geradas pela queima de combustíveis fósseis desde 1960.⁴¹⁹ Apenas esse dado, reportado por Scott Denning, mostra à sociedade a importância crucial da floresta para a regulação do clima global. Como afirma o mesmo autor, reverberando um trabalho de Luciana Gatti e colegas (2021), “as florestas tropicais têm sido um componente maior do sumidouro de carbono terrestre, e a maior floresta tropical intacta está na Amazônia”.⁴²⁰

A Amazônia é, estruturalmente, um reservatório imenso de carbono e um sumidouro das emissões antropogênicas de CO₂. James Watson e colegas, já citados no capítulo 1, estimam que “a região amazônica armazena quase 38% (86,1 Pg C) do carbono (228,7 Pg C) encontrado acima do solo na vegetação lenhosa tropical da América, África e Ásia” (1 Pg C = 1 Gt C).⁴²¹ É mais carbono do que o armazenado nas florestas boreais (32%), entretanto muito mais extensas, e Watson e colegas reportam apenas o carbono armazenado nas árvores, acima dos solos. As avaliações mais recentes, reportadas por Carlos Nobre e colegas num estudo publicado no PNAS em 2016,⁴²² pelo Painel Científico para a Amazônia (SPA) e por Amanda Cordeiro e colegas são coincidentes: “a floresta amazônica é uma das maiores reservas ecossistêmicas de carbono (C) do mundo, armazenando aproximadamente 150–200 Pg C em biomassa de vegetação viva e solos”.⁴²³ Apenas para se ter uma ideia da magnitude da catástrofe climática representada pela perda em curso dessa floresta, 150 Gt a 200 Gt de carbono equivalem a cerca de 550 a 734 Gt de CO₂, (1 C = 3,67 CO₂) ou seja, a aproximadamente 16 a 22 anos das emissões globais desse gás associadas à geração de energia pela queima de combustíveis fósseis nos níveis de 2019 (33,3 GtCO₂, segundo a AIE).⁴²⁴

A mensagem central do capítulo anterior, sintetizada por Michael Clark e colegas, citados em epígrafe, era a de que “mesmo se as emissões provenientes dos combustíveis fósseis fossem eliminadas imediatamente, as emissões do sistema alimentar por si só tornariam impossível limitar o aquecimento a 1,5°C e dificultariam atingir até mesmo a meta de 2°C.” Os dados acima mostram a mensagem central do presente capítulo: as emissões de CO₂ decorrentes da perda continuada da floresta amazônica tornam impossível limitar o aquecimento a 2°C, mesmo se as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis cessassem imediatamente, pois o orçamento carbono ainda disponível para limitar o aquecimento global a níveis não catastróficos já é muito menor do que os 550 a 734 GtCO₂ potencialmente liberados na atmosfera pela perda em curso da floresta.

3.4 A floresta amazônica, de sumidouro a fonte de carbono

Luciana Gatti e colegas reportam avaliações de armazenamento de carbono apenas um pouco abaixo de outras estimativas e alertam sobre a possibilidade de perdas rápidas desse estoque de carbono: “a floresta amazônica contém cerca de 123 ± 23 petagramas de carbono (Pg C) de biomassa acima e abaixo do solo, que pode ser liberado rapidamente e pode, assim, resultar em um feedback positivo considerável sobre o clima global”.⁴²⁵ Vários trabalhos⁴²⁶ detectam perdas da capacidade de partes da floresta amazônica de capturar e armazenar carbono e o trabalho de Gatti e colegas (2021) mostra que o carbono armazenado na floresta está sendo liberado

rapidamente nas suas regiões leste e sul, sobretudo durante os três meses da estação seca (agosto-outubro). Em 2018, mensurações levando em conta a estrutura etária da floresta induziam Edna Rödíg e colegas a considerar a floresta amazônica como um sumidouro de carbono à taxa de 0,56 GtC por ano, com árvores mais jovens demonstrando muito maior produtividade primária líquida (NPP).⁴²⁷ Outros inventários estimavam que a biomassa das florestas intactas funcionava na média de longo prazo como sumidouro de $0,39 \pm 0,10$ Pg C por ano e havia ainda, então, incerteza sobre o balanço de carbono da floresta. Em 2014, Luciana Gatti e colegas assim sintetizavam suas mensurações dos fluxos de carbono da floresta amazônica em 2010 e 2011:⁴²⁸

“Reportamos balanços de carbono sazonais e anuais em toda a bacia amazônica, com base em medições de dióxido de carbono e monóxido de carbono para os anos anormalmente secos e úmidos de 2010 e 2011, respectivamente. Descobrimos que a bacia amazônica perdeu $0,48 \pm 0,18$ petagramas de carbono por ano (Pg C/ano) durante o ano seco, mas foi neutra em carbono ($0,06 \pm 0,1$ Pg C/ano) durante o ano úmido”.

Em 2015, Roel Briener e colegas constatavam ainda a capacidade da floresta amazônica de funcionar como um sumidouro de carbono, mas detectavam um declínio tendencial:⁴²⁹

“Aqui analisamos a evolução histórica da dinâmica da biomassa da floresta amazônica ao longo de três décadas (...). Encontramos uma tendência decrescente de acumulação de carbono no longo prazo. As taxas de aumento líquido da biomassa acima do solo diminuíram em um terço durante a última década em comparação com a década de 1990. Isso é uma consequência do fato de que a taxa de crescimento da biomassa se estabilizou recentemente, enquanto a sua mortalidade aumentou persistentemente, levando a um encurtamento dos tempos de residência do carbono”.

Em 2021, Gatti e colegas publicaram os resultados de um estudo sobre os fluxos de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂) durante nove anos consecutivos (2010 - 2018), em quatro regiões distantes entre si da floresta (NO, SO, NE e SE), exibindo cada qual níveis diversos de desmatamento, aquecimento e precipitação. Ao medir esses fluxos, da superfície até 4.500 metros de altitude, através de quase 600 perfis verticais (VPs) registrados por aeronaves, o estudo pôde pela primeira vez estabelecer de modo mais seguro quais têm sido as respostas dos ecossistemas amazônicos, seja ao impacto antrópico direto sobre a floresta, seja ao impacto indireto, via mudanças climáticas regionais.

Valendo-se de duas metodologias diversas de mensuração do CO₂ atmosférico, ambas com resultados quase coincidentes, o estudo pôde comprovar que as regiões NE e SE da floresta tornaram-se fontes de emissões de CO₂, ao passo que as regiões NO e SO da floresta, que sofreram menos desmatamento, menos aquecimento e mais chuvas, mantiveram-se como sumidouros ou quase neutras em relação aos fluxos de carbono. Em sua região leste, representando 24% da área da Amazônia, 27% da floresta já fora desmatada por corte raso até 2018, mais especificamente, 31% na região NE e 26% na região SE. O desmatamento nessas duas regiões é muito maior que na região oeste (13% a SO e 7% a NO da Amazônia). De modo não surpreendente, portanto, a região leste da floresta era então responsável por 72% do total das emissões de carbono de toda a Amazônia, sendo 62% decorrentes de incêndios. Aos aumentos destes incêndios florestais, e a seus impactos devastadores, voltaremos adiante, mas é importante frisar desde já que eles são, como se vê, um vetor fundamental da conversão da floresta de sumidouro em fonte de carbono. Exacerbados por secas sucessivas, das quais a floresta não se recupera integralmente, tais incêndios são, em sua esmagadora maioria, provocados ilegalmente por grileiros e fazendeiros.

Gatti e colegas combinam seus resultados com as quantificações de emissões de carbono da floresta amazônica propostas por outros trabalhos. Luiz Aragão e colegas mostraram, por

exemplo, que os incêndios na Amazônia em 2015, que se alastraram por quase 800 mil km², aumentaram 36% durante esse ano de seca, comparado com os 12 anos precedentes. Os autores concluem que apenas as emissões brutas provenientes de incêndios florestais, somando cerca de 1 GtCO₂ ao ano (989 ± 504 Teragramas de CO₂ ou 0,99 GtCO₂), correspondem a mais da metade das emissões provenientes do desmatamento de florestas maduras durante os anos de secas.⁴³⁰ Também o projeto RAINFOR (Amazon Forest Inventory Network) mostrou um declínio das florestas maduras em sua capacidade de absorver carbono devido à maior mortalidade em magnitudes consistentes com as mensurações de Gatti e colegas.

O trabalho de Gatti e colegas mostra que as quatro regiões amazônicas monitoradas apresentam níveis muito diversos de aquecimento médio. Na Amazônia como um todo, o aquecimento médio foi de 1,02 ± 0,12°C em 2018, em relação a 1979, com aumentos maiores nos três meses de seca (agosto-outubro = 1,37 ± 0,15°C). Nesses meses de seca, o diferencial de aquecimento é notável na comparação entre o oeste e o leste da floresta: NO e SO = 1,6°C e 1,7°C, contra NE e SE = 1,9°C e 2,5°C, respectivamente. Na média anual, o aquecimento nestes 40 anos (1979-2018) foi de 1,38 ± 0,15°C no NE e de 1,46 ± 0,11°C no SE. Gatti e colegas alertam também para o fato de que, “além disso, essas mudanças parecem estar se acelerando, com taxas de crescimento anual [do aquecimento] aumentando nos últimos 40, 30 e 20 anos”.⁴³¹

Uma hipótese particularmente eloquente desse trabalho é a possibilidade de explicar um resultado aparentemente contraditório: a região NO da floresta com menor desmatamento (7% de sua área) está acusando, contudo, um decréscimo de precipitação de 20% nos meses de agosto-outubro.⁴³²

“Uma possível razão para essa diminuição de 20% na precipitação em ambas as regiões centro-oeste, apesar de sofrer menos desmatamento em comparação com o leste, é o efeito cascata; ou seja, o desmatamento no leste da Amazônia pode estar reduzindo a evapotranspiração, que por sua vez pode estar reduzindo a reciclagem do vapor d'água transportado para o oeste da Amazônia”.

Em outras palavras, não apenas o NE e o SE da floresta amazônica converteram-se de sumidouros em fontes de carbono, mas a bomba biótica de suas árvores que irriga a atmosfera, transportando umidade para o oeste da floresta e, em seguida, para o centro e o sul do continente, está se enfraquecendo. Os “rios voadores” já podem estar, por assim dizer, começando a definhar. Este pode ser um fator coadjuvante, e cada vez mais importante, na raiz das secas sucessivas que vêm ocorrendo mais frequentemente no centro-oeste, sudeste e sul do Brasil e do continente. Embora exiba uma quantidade imensa de dados e ensinamentos, a mensagem central desse trabalho de Gatti e colegas foi bem sintetizada por Scott Denning: “o futuro da acumulação de carbono nas florestas tropicais foi por muito tempo objeto de incerteza. Os perfis atmosféricos de Gatti e colegas mostram que esse futuro incerto está acontecendo agora”.⁴³³

3.5 Diminuição das águas superficiais e da umidade atmosférica na bacia amazônica

A tendência a uma diminuição das superfícies de água na Amazônia foi constatada por Carlos Souza Jr. e colegas do IMAZON e pelo Projeto MapBiomias (no Brasil como um todo). Carlos Souza Jr. e colegas mostraram que se verifica, entre 1985 e 2017, “uma tendência geral de redução da água superficial no Bioma Amazônia e nas escalas de bacias hidrográficas, sugerindo uma conexão com secas extremas mais recentes na década de 2010”.⁴³⁴ Esse declínio se declara inequivocamente somente a partir de 2010, como mostra a Figura 3.3.

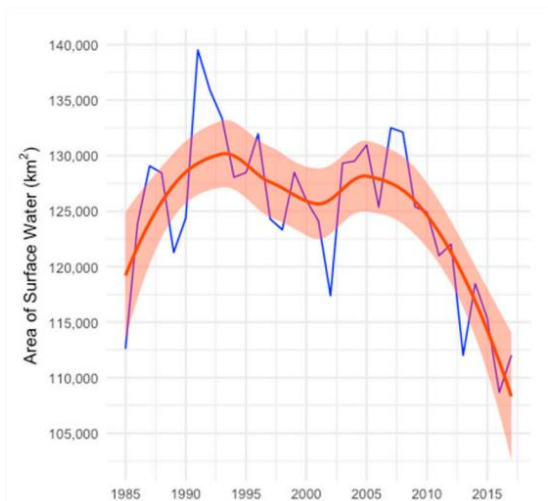


Figura 3.3 - Extensão anual das águas de superfície na Amazônia entre 1985 e 2017 em km², mapeada com um novo algoritmo classificador de subpixel de água de superfície (SWSC), um método de regressão LOESS (linha central) e intervalo de confiança de 95%. Fonte: Carlos M. Souza Jr. *et al.*, “Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: Potential Links with Deforestation, Infrastructure Development and Climate Change”. *Water*, 11, 3, 2019 <<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/566>>.

Em termos numéricos, temos que a máxima superfície média de água mapeada na Amazônia ocorreu nos anos 1990 e equivalia a 130.379 km²/ano. Um primeiro declínio ocorreu no primeiro decênio do século XXI, com um novo aumento em 2005. No primeiro decênio do século, a superfície média mapeada foi de 127.265 km²/ano, já um pouco abaixo, portanto, da média dos anos 1990. Mas entre 2010 e 2017, detectou-se um declínio anual constante, com a mais baixa média da área das águas superficiais no bioma amazônico, em relação aos três decênios anteriores (1985 – 2010), equivalente a 116.811 km²/ano. Entre 2010 e 2017, o declínio foi de quase 13.000 km², ou seja, de cerca 10% da superfície total. A taxa de variação ao longo desse período (1985-2017) obtida por esse mapeamento mostra uma forte aceleração na curva de declínio das águas superficiais da Amazônia. Segundo os autores, houve:⁴³⁵

“uma diminuição na extensão da água superficial de 350 km²/ano ao longo do período de 33 anos nas áreas que sofreram mudança entre massa de terra e água. (...) No entanto, a retração mais rápida das áreas submetidas a esse tipo de dinâmica [mudança entre massa de terra e água] ocorreu entre 2010 e 2017, com uma redução média de quase 1.400 km²/ano”.

O território brasileiro detém 12% da água doce do mundo (superficial e subterrânea), sendo superado apenas pelo Canadá. O Projeto MapBiomias Água, publicado em agosto de 2021, mostra, sem surpresa, que a Amazônia detém a parte do leão dessas reservas, com 10,6 Mha de área média, seguida de longe pela Mata Atlântica (> 2,1 Mha), pelos Pampas (1,8 Mha), pelo Cerrado (1,4 Mha) e o Pantanal (1 Mha). O que é surpreendente, entretanto, é a taxa de perda dessa superfície nos últimos 36 anos (1985-2020). O levantamento do Projeto MapBiomias Água mostra que “desde 1991, quando chegou a 19,7 milhões de hectares, houve uma redução de 15,7% da superfície de água no país. A perda de 3,1 milhões de hectares [31 mil km²] em 30 anos equivale a uma vez e meia a superfície de água de toda região nordeste em 2020”.⁴³⁶ Todos os biomas tiveram redução de superfície de água nesse período, nas proporções indicadas na Tabela 3.2

Tabela 3.2 – Redução percentual da superfície de água nos biomas brasileiros (1985 – 2020)

| Amazônia | Cerrado | Pantanal | Pampas | Caatinga | Mata Atlântica |
|----------|---------|----------|--------|----------|----------------|
| - 10,4% | - 1,3% | - 68% | - 0,5% | -17,5% | - 1,4% |

Fonte: Projeto MapBiomias Água, “A dinâmica da superfície de água do território brasileiro”. Agosto de 2021

https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_A%CC%81gua_Agosto_2021_22082021_OK_v2.pdf

A área de perda de superfície de água em 30 anos – 31 mil km² – é maior que a área, por exemplo, do estado de Alagoas (27 mil km²) e corresponde a 71% da área do estado do Rio de Janeiro (43,7 mil km²). Essa redução alarmante, concentrada na Amazônia e no Pantanal, mas generalizada em todo o Brasil, está associada a menos chuvas, i.e., à diminuição da umidade na atmosfera, especificamente a um maior déficit de pressão de vapor (VPD)⁴³⁷ sobre a Amazônia entre 1987 e 2016.⁴³⁸ A Figura 3.4 mostra como esse déficit é maior justamente no Leste, SE e no Sul da Amazônia e como ele se estende pelo arco do desmatamento até o oeste da floresta, avançando também pelo Pantanal e pelo Cerrado.

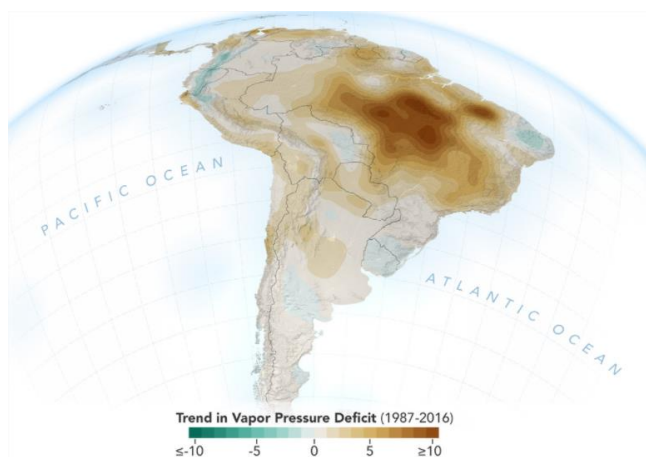


Figura 3.4 - Tendência a um déficit na pressão do vapor de água, ou seja, um declínio na umidade do ar sobre a Amazônia, particularmente em suas regiões SE e Sul, durante os meses da estação seca, entre agosto e outubro de 1987 a 2016 (em milibares).

Fonte: Esprit Smith, "Human Activities are drying out the Amazon: NASA Study. NASA Earth Observatory, 5/XI/2019, baseado em Armineh Barkhordarian *et al.*, "A Recent Systematic Increase in Vapor Pressure Deficit over Tropical South America". *Scientific Reports*, 9, 25/X/2019.

<https://climate.nasa.gov/news/2928/human-activities-are-drying-out-the-amazon-nasa-study/#:~:text=A%20new%20NASA%20study%20shows,the%20result%20of%20human%20activities>.

3.6 Supressão da floresta. Histórico e situação atual

Na raiz dessa sinergia entre perda de umidade, incêndios e secas maiores e mais frequentes está, evidentemente, a supressão pura e simples da floresta por corte raso. Antes de analisar, porém, o estado atual do desmatamento da floresta, convém um rápido excuro sobre o histórico de sua destruição no último meio século, pois é preciso quantificar a extensão da catástrofe socioambiental legada pela ditadura, sobretudo após 1970.

O golpe militar de 1964 que instalou no Brasil mais de 20 anos de ditadura representa o maior revés sofrido pela sociedade brasileira no século XX. Trata-se, de fato, da página mais sinistra e portadora de crimes contra a humanidade e contra a natureza na história do país.⁴³⁹ Em 1967, a descoberta das jazidas de ferro em Carajás, no SE do Pará, anuncia o que estava por vir. Apenas três anos depois, tendo já neutralizado por exílios, prisões, torturas e assassinatos a oposição democrática, os militares voltam suas armas contra os grandes biomas do Brasil central e setentrional: o Pantanal, o Cerrado e a Amazônia, bem como contra as comunidades indígenas, ribeirinhas e extrativistas. Em 9 de outubro de 1970, Emílio Garrastazu Médici descerrava na Amazônia uma placa autocomemorativa, em que se lia: "Nestas margens do Xingu, em plena selva amazônica, o Sr. Presidente da República dá início à construção da Transamazônica, numa arrancada histórica para a conquista deste gigantesco mundo verde". Ricardo Cardim analisou e recolheu em um acervo importante a propaganda de apoio, militar e corporativa, à destruição

naqueles anos.⁴⁴⁰ Ela se baseia na retórica de guerra de uma floresta a ser “vencida” e transformada em “oportunidade” de negócios. “Toque sua boiada para o maior pasto do mundo”, dizia uma publicidade da Superintendência da Amazônia (SUDAM) de dezembro de 1971: “Na Amazônia, a terra é barata e sua fazenda pode ter todo o pasto que seus bois precisam”.⁴⁴¹ Em 1972, a SUDAM, com o patrocínio do Ministério do Interior e do Banco da Amazônia S.A., publica a revista “Isto é Amazônia”. Um de seus anúncios resumia o ideário programático da aliança entre o regime militar e o grande capital:

“Chega de lendas. Vamos faturar. Muitas pessoas estão sendo capazes, hoje, de tirar proveito das riquezas da Amazônia. Com o aplauso e o incentivo da SUDAM. O Brasil está investindo na Amazônia e oferecendo lucros para quem quiser participar desse empreendimento. A Transamazônica está aí: a pista da mina de ouro. (...) Há um tesouro à sua espera. Aproveite. Fature.”

O saldo dessa aliança entre ditadores, bancos de investimento e “pioneiros” é razoavelmente conhecido. Além da documentação recolhida por Cardim e dos riquíssimos dossiês fotoetnográficos de Sebastião Salgado, Pedro Martinelli,⁴⁴² Araquém Alcântara,⁴⁴³ Carlos Carvalho,⁴⁴⁴ Rogério Assis⁴⁴⁵, Jorge Bodansky⁴⁴⁶ e de outros grandes fotógrafos e cineastas da Amazônia, há uma ampla filmografia de denúncia e de análise do processo amazônico coligida por Stella Oswald Cruz Penido em 2000.⁴⁴⁷ Os crimes da ditadura contra os povos amazônicos foram denunciados em 2017 por Rubens Valente⁴⁴⁸ e pelo capítulo “Violações dos direitos humanos dos povos indígenas” do relatório final da Comissão Nacional da Verdade (CNV). O levantamento pioneiro da CNV foi capaz de documentar apenas uma pequena parte das atrocidades cometidas, ressaltando que o número real de indígenas mortos no período: “Deve ser exponencialmente maior, uma vez que apenas uma parcela muito restrita dos povos indígenas afetados foi analisada e que há casos em que a quantidade de mortos é alta o bastante para desencorajar estimativas”.⁴⁴⁹ Como bem resumido por **Kátia Brasil e Elaíze Farias**:⁴⁵⁰

“**No período investigado [1964-1985]**, ao menos 8.350 indígenas foram mortos em massacres, esbulho de suas terras, remoções forçadas de seus territórios, contágio por doenças infecto-contagiosas, prisões, torturas e maus tratos. Muitos sofreram tentativas de extermínio. (...) Entre os índios mortos estão, em maior número 3.500 indígenas Cinta-Larga (RO), 2.650 Waimiri-Atroari (AM), 1.180 índios da etnia Tapayuna (MT), 354 Yanomami (AM/RR), 192 Xetá (PR), 176 Panará (MT), 118 Parakanã (PA), 85 Xavante de Marãiwatsédé (MT), 72 Araweté (PA) e mais de 14 Arara (PA).”

No que se refere à destruição do bioma amazônico, vale mencionar o extermínio de sua fauna. Ricardo Cardim cita uma passagem da revista *Realidade*, da editora Abril, de 1971:⁴⁵¹

“A grande caçada coletiva de felinos começou em 1965, quando umas três dezenas de firmas de pele profissionalizaram como caçadores boa parte dos homens do baixo Xingu, Tocantins e Tapajós. Em 1970, somando peles exportadas, perdidas na caça e no contrabando, calcula-se que foram mortas 30 mil onças e 370 mil gatos menores. [...] 1970 foi um ano ruim para os vendedores de peles: mataram apenas 500 mil jacarés.”

Embora não tão precisas quanto as mensurações realizadas desde 1988 pelos satélites do INPE, as estimativas de desmatamento por corte raso da floresta promovido pelos tiranos são assombrosas. A Tabela 3.3 mostra números superiores aos registrados em qualquer momento sucessivo da história da destruição desse bioma.

Tabela 3.3 – Desmatamento por corte raso da floresta amazônica entre 1970 e 1987

| Período | Território remanescente coberto por floresta na Amazônia brasileira (km ²) | Desmatamento anual por corte raso (km ²) | Porcentagem da floresta remanescente em 1970 | Perda florestal desde 1970 |
|---------|--|--|--|----------------------------|
|---------|--|--|--|----------------------------|

| | | | | |
|-----------|-----------|--------|-------|---------|
| Pré 1970 | 4.100.000 | --- | --- | --- |
| 1977 | 3.955.870 | 21.130 | 96,5% | 144.130 |
| 1978-1987 | 3.744.570 | 21.130 | 91,3% | 355.430 |

Fonte: Rhett A. Butler, "Calculating Deforestation Figures for the Amazon". *Mongabay*, 24/IV/2018, baseado em dados do INPE <https://rainforests.mongabay.com/amazon/deforestation_calculations.html>.

A floresta amazônica foi amputada em 144.130 km² entre 1970 e 1977 e em 355.430 km² entre 1970 e 1987. Apenas em três anos sucessivos ao fim da ditadura – 1988, 1995 e 2004 – o desmatamento da Amazônia exibiu números iguais ou superiores à média anual de 21.000 km² do período 1970 - 1987, de modo que os militares, que por cúmulo de cinismo se autointitulam "protetores" da Amazônia,⁴⁵² permanecem os maiores culpados pela destruição da parte brasileira da maior floresta tropical do mundo.

A partir de 1986, os governos civis sucessivos continuaram a destruição. Em 1985, segundo o Projeto MapBiomas,⁴⁵³ o Brasil como um todo ainda possuía 4.812.286 km² de formações florestais. Em 2017, essas formações se haviam reduzido a 4.256.883 km², uma perda de floresta (não apenas amazônica), portanto, de 555,4 mil km². Essas florestas cederam lugar à soja e, sobretudo, ao gado: dos 555,4 mil km² desmatados em todo o Brasil entre 1985 e 2017, 462,7 mil km² (84%) o foram para dar lugar a pastagens. Os mapas do Projeto MapBiomas 2020, que rastreiam todo o território brasileiro em unidades de 30 x 30 metros (ou mesmo 10 x 10 metros), permitem identificar que "o principal uso dado ao solo brasileiro é a pastagem: ela ocupa 154,49 milhões de hectares [1,54 milhão de km²] de norte ao sul do país", sem contar as áreas de campos naturais (46 Mha), tais como os Pampas. Desses 1,54 milhão de km² de pastagens plantadas em 2020, 545 mil km² encontram-se na região amazônica. Enquanto entre 1985 e 2020, houve um aumento de 39,1% na área total de pastagens no país, a área de pastagens plantadas na Amazônia aumentou 206%, ou seja, mais que triplicou nesses 36 anos (1985-2020). Apenas o Pantanal viu suas áreas de pastagens aumentarem ainda mais (+263%) no período.

O MapBiomas quantificou as áreas de pastagens degradadas, nas quais aumenta a liberação de carbono e os riscos de desertificação: 46% das pastagens (41,1 Mha) criadas no país desde 2000 já apresentavam sinais de degradação em 2020. Nada menos que 27,5 Mha das pastagens criadas no país desde 2000 já estavam provavelmente abandonadas em 2020. Na Amazônia, especificamente, 38% da área de pastagens são consideradas em estado de "degradação intermediária" e 21,3% exibem um estado de degradação grave ("severamente degradado"). Ao todo, portanto, quase 60% (59,3%) dessas pastagens amazônicas, outrora ocupadas em geral por florestas, exibiam em 2020 algum grau de degradação.⁴⁵⁴

Segundo o IBGE, em 1975, o país abrigava 102,5 milhões de cabeças de gado bovino; em 2020, esse número passara a 218,2 milhões.⁴⁵⁵ No Acre, há hoje quatro bovinos para cada humano e o desmatamento foi ali o maior em 18 anos.⁴⁵⁶ A Figura 3.5 mostra que, enquanto o rebanho bovino quase não cresce no NE, no SE e no Sul do Brasil, ele quase duplica no Centro-Oeste e *decuplica* aproximadamente na Amazônia entre 1985 e 2016, sendo que em 2020, segundo o IBGE, 41,6% do rebanho bovino concentrava-se na Amazônia.⁴⁵⁷

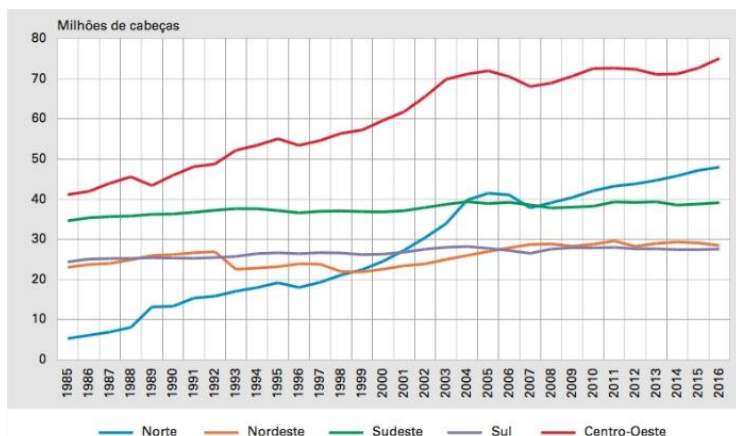


Figura 3.5 - Evolução do rebanho bovino no Brasil segundo as regiões entre 1985 e 2016, em milhões de cabeças de gado. Fonte: “IBGE: rebanho de bovinos tinha 218,23 milhões de cabeças em 2016”. *Beefpoint*, 29/IX/2017, a partir de dados do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal, 1985-2016.

Malgrado a retórica da “segurança nacional”, com a qual a casta militar pretende justificar sua existência, a desintegração da floresta amazônica sempre teve por objetivo integrá-la no circuito de *commodities* do sistema alimentar globalizado. Mantêm-se, assim, altíssimas, e por força sobretudo da pecuária, as taxas de desmatamento, de modo que nunca, desde o início da devastação em 1970, o desmatamento da Amazônia foi inferior a 4.500 km² por ano e nunca, com exceção dos anos 2009 - 2018, ele foi inferior a 10 mil km²/ano. A Figura 3.6 mostra as mensurações de desmatamento por corte raso na floresta primária amazônica, realizadas pelos satélites do PRODES/INPE desde 1988, sempre nos 12 meses entre cada agosto e cada julho do ano sucessivo.

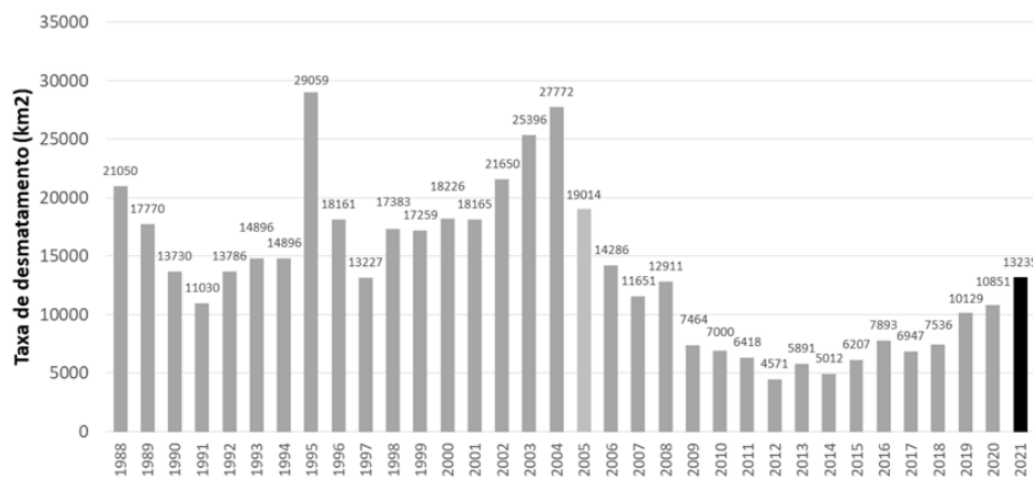


Figura 3.6 – Taxas de desmatamento por corte raso na floresta primária da Amazônia Legal Brasileira entre 1988 e 2021 (dados relativos ao desmatamento entre agosto de cada ano e julho do ano sucessivo. (O desmatamento de agosto de 2020 a julho de 2021 é ainda uma estimativa).

Fonte: Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES/INPE), “Estimativa de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal para 2021 é de 13.235 km²”, 27/X/2021.

<<https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/divulgacao-de-dados-prodes.pdf>>

Entre 1º de agosto de 2020 e 31 de julho de 2021, a floresta amazônica perdeu, por corte raso, segundo estimativas a serem confirmadas pelo INPE, 13.235 km², um aumento de 22% em relação ao desmatamento apurado em 2020 que foi de 10.851 km² para os nove estados da Amazônia Legal Brasileira. É importante demorar-se um pouco no gráfico acima:

1. O desmatamento em 2021 (agosto 2020 – julho 2021) é o maior da série histórica desde 2006. Essa estimativa foi publicada pelo INPE em 27 de outubro de 2021, mas sonogada pelo governo brasileiro à comunidade internacional no encontro de novembro de 2021 da UNFCCC, a COP26.

2. Considerado o inteiro arco histórico 1988 – 2021 registrado por esse gráfico, percebe-se que apenas entre 2017 e 2021 houve crescimento ininterrupto por 4 anos (2018-2021) do desmatamento por corte raso na Amazônia, como mostra a Tabela 3.4

Tabela 3.4 - Crescimento percentual do desmatamento entre 2017 e 2021 (agosto a julho) em relação aos 12 meses anteriores

| VIII/2017 - VII/2018 | VIII/2018 - VII/2019 | VIII/2019 - VII/2020 | VIII/2020 - VII/2021 |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| + 8,5% | + 34,4% | + 7,1% | + 22% |

Fonte: Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES/INPE), “Estimativa de desmatamento por corte raso na Amazônia Legal para 2021 é de 13.235 km²”.

<https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/divulgacao-de-dados-prodes.pdf>

3. Além disso, nunca houve no século XXI um aumento de 34,4% em 12 meses em relação aos 12 meses anteriores. Em apenas 4 anos, entre agosto de 2017 e julho de 2021, o desmatamento anual passou de 6.947 km² (agosto de 2016-julho de 2017) para 13.235 km² (agosto de 2020 – julho de 2021), ou seja, um salto de mais de 90%!

4. A soma dos valores apurados pelos satélites do INPE mostra que, ao todo, nos 33 anos entre 1988 e 2021, foram completamente eliminados (desmatamento por corte raso) 470.472 km² de floresta primária na Amazônia. Se somarmos esse total (1988 – 2021) ao total estimado do desmatamento anterior (1970 – 1987 = 355.430 km², ver Tabela 3.2), chegamos a um total de 825.902 mil km² de perda florestal absoluta, uma área pouco maior que a soma da área dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (824.618 km²).

5. Pouco mais de 20% da área original da gigantesca floresta amazônica brasileira já não existe mais.

6. É importante notar, enfim, que, como alerta o INPE, o desmatamento registrado por seus satélites não captura toda a extensão do fenômeno:

“O mapeamento, para registrar e quantificar as áreas desmatadas maiores que 6,25 hectares, baseou-se em imagens da série de satélites Landsat ou similares. O PRODES define como desmatamento a remoção completa da cobertura florestal primária por corte raso, independentemente da futura utilização destas áreas”.

Três aspectos cruciais do fenômeno escapam, portanto, às mensurações do PRODES/INPE:

- (a) a degradação do tecido florestal;
- (b) o desmatamento por corte raso em áreas menores que 6,25 hectares;
- (c) o desmatamento ocorrido em florestas não primárias.

3.7 Degradação e fragmentação do tecido florestal

Esses três aspectos da destruição da floresta não capturados pelos satélites do INPE devem ser considerados. O desmatamento por corte raso de mais de 825 mil km² da floresta amazônica é a parte mais evidente do processo em curso de aniquilação biológica. Ele é em geral secundado

pela degradação da floresta por incêndios, extração de madeira, caça descontrolada, tráfico de vida selvagem, mineração, garimpo e outras atividades deletérias, viabilizadas pelas estradas que atravessam a região. Além da Transamazônica (BR-230), outras grandes estradas, algumas iniciadas pelos militares e continuadas pelos governos civis, avançam floresta adentro e continuam a funcionar como os principais vetores do desmatamento e da degradação da floresta amazônica e do Cerrado: a BR-163, a BR-174, a BR-158, a BR-364 interligada à BR-317 (Estrada do Pacífico), a BR-319 (Manaus-Porto Velho),⁴⁵⁸ entre outras. Abertas a ferro e a fogo pela demência do “desenvolvimentismo” – da qual comungam direita e setores atrasados da esquerda –, essas estradas invadiram e destruíram a floresta, sua fauna e sua flora exuberantes, territórios ocupados pelas populações locais e milenarmente por civilizações originárias, mortas ou brutalmente expulsas pelos invasores e seus jagunços, com incentivo financeiro dos bancos privados e estatais, e com a tolerância ou indiferença de todos os governos civis sucessivos à chamada Constituição “cidadã” de 1988. Essas estradas hoje rasgam, esquadream, fragmentam e tornam ainda mais vulnerável o tecido florestal remanescente.

“Degradação”, explica Antonio Donato Nobre, “é o fenômeno que acontece quando o acúmulo de perturbações em um trecho de floresta (...) retira daquele ecossistema sua capacidade de funcionar normalmente”.⁴⁵⁹ Em suma, o corte raso elimina a floresta, ao passo que a degradação a condena a uma morte lenta. Celso Silva Junior e outros 32 renomados pesquisadores da floresta amazônica assinaram em 2021 uma carta ao editor da revista *Nature geoscience*, na qual colocam em evidência a magnitude crescente dos impactos socioambientais da degradação da floresta e apelam para que as emissões de carbono dela decorrentes sejam incorporadas nos inventários de emissões de carbono dos países amazônicos.⁴⁶⁰

“A degradação florestal induzida pelo homem é o principal fator de empobrecimento socioambiental na Amazônia, e sua extensão está aumentando. As florestas degradadas ocupam atualmente uma área maior do que a que foi desmatada. (...) Agravando este cenário, as emissões de CO₂ resultantes da degradação não são apenas imediatas. As florestas degradadas continuam a emitir mais CO₂ do que absorvem por muitos anos, tornando-se fontes significativas de carbono. É extremamente importante que todos os países amazônicos cessem essas emissões. Isso requer relatar toda a gama de emissões de CO₂ à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), incluindo a degradação florestal”.

Numa entrevista concedida ao jornal *El País* em outubro de 2021, Carlos Nobre reitera essa percepção de que as emissões dos países amazônicos reportadas à ONU são subestimadas justamente por não incluírem as emissões derivadas da degradação florestal:⁴⁶¹

“O inventário oficial das emissões de gases causadores do efeito estufa só considera emissões provenientes do corte raso de árvores, mas ele não considera a degradação (...) Temos dados que mostram que 17% de toda a floresta amazônica, 6,2 milhões de km², já foram desmatados com corte raso de árvores, e outros 17% estão em diversos estágios de degradação. Isso é um dado que não é muito falado. (...) Considerando as emissões de gás carbônico de áreas desmatadas com corte raso, essa área degradada emitiu mais 53% de gases”.

Na Figura 3.7, Celso Silva Junior e os demais autores da carta ao editor da *Nature geoscience* quantificam as emissões de CO₂ da floresta amazônica ano a ano e cumulativamente (2003-2015), discriminando as emissões brutas por corte raso e por degradação.

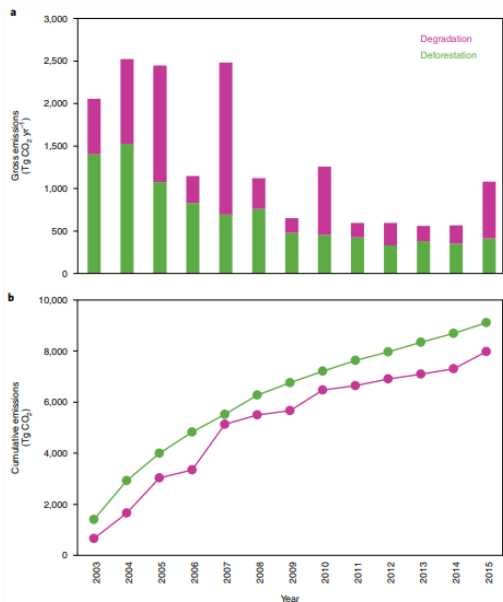


Figura 3.7 - Emissões brutas de CO₂ provenientes do desmatamento por corte raso e por degradação da floresta (incêndios e efeitos de borda) na Amazônia brasileira, (a) ano a ano e (b) cumulativamente, entre 2003 e 2015, medidas em Teragramas (Tg) de CO₂. (1 Tg = 1 trilhão de gramas ou 1 milhão de toneladas ou ainda 0,001 Gt). No gráfico (a), o segmento inferior de cada coluna diz respeito às emissões de CO₂ decorrentes do desmatamento por corte raso e o segmento de cima, as decorrentes da degradação florestal. No gráfico (b), a linha de cima se refere às emissões cumulativas de CO₂ por desmatamento por corte raso e a de baixo, às emissões por degradação.

Fonte: Celso H. L. Silva Junior *et al.*, “Amazonian forest degradation must be incorporated into the COP26 agenda”. *Nature Geoscience*, 14, 2/IX/2021, p. 634.

Os dois gráficos acima evidenciam que as emissões de CO₂ oficialmente reportadas pelo Brasil à UNFCCC entre 2003 e 2015 correspondem a apenas pouco mais da metade das emissões reais. Não por outra razão Antonio Donato Nobre chama apropriadamente a degradação florestal “a grande mentira verde”, e não apenas por causa da subnotificação das emissões de CO₂, mas também porque a degradação se estende por uma área ainda maior do que a área já eliminada por corte raso.⁴⁶²

3.8 A interação entre secas e incêndios

“O desmatamento é o principal vilão da biodiversidade da Amazônia, com os incêndios florestais vindo logo atrás”

Paulo Brando (2021)⁴⁶³

Já o Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), de 2013, atualizado em 2016, projetava diminuição de 30% a 50% da pluviosidade em todas as regiões do Brasil até 2100, com exceção das regiões da Mata Atlântica do Sul/SE e dos Pampas. Na Amazônia, as diminuições previstas eram, no verão, de -10% (2011-2040), -25% (2014-2070) e -40% (2071-2100); e no inverno, de -10%, -30% e -45%, nos três períodos considerados.⁴⁶⁴ Essas previsões estão sendo confirmadas pelas observações. Secas cada vez mais intensas, do gênero esperado uma vez por século, estão agora ocorrendo na Amazônia em intervalos de tempo cada vez menores: 1982/1983, 1997/1998, 2005, 2007, 2010 e 2015/2016.⁴⁶⁵ A seca de 2015/2016 na Amazônia foi maior em área e em intensidade que as anteriores, medidas pelo Índice de Palmer (PSDI), com até 13% da floresta atingida por seca extrema (PSDI < -4) em

fevereiro-março de 2016, sobretudo nas regiões NE e SE da floresta, justamente as mais desmatadas. “Isso significa”, esclarecem Juan C. Jiménez-Muñoz e coautores do trabalho acima citado, “uma área da floresta com seca extrema um quinto maior do que a área atingida nos eventos anteriores, quando tal nível de seca extrema não afetara ainda mais que 8% a 10% da floresta”.⁴⁶⁶

Essa tendência sistêmica a menores níveis de pluviosidade é agravada pelos grandes incêndios florestais provocados por grileiros e outros criminosos, seja a mando de fazendeiros, seja no intuito de desmatar e vender terras a esses últimos. Como afirma Ane Alencar, diretora de ciência do IPAM, “os incêndios da Amazônia são, usualmente, o último estágio do desmatamento. É a forma mais barata disponível para converter biomassa em cinzas, de modo a poder usar a terra como pasto”.⁴⁶⁷ Como se sabe, contrariamente à floresta boreal e ao Cerrado, a floresta tropical e equatorial, muito úmida e não por acaso chamada pluvial (e em inglês *rainforest*), não evoluiu em interação com incêndios. Em geral, graças a seu dossel muito fechado, apenas 4% da radiação solar atinge seu solo, de modo que incêndios causados por raios não têm, ou não tinham, condições de se alastrar. A degradação por extração seletiva de árvores, abertura de estradas, entre outros fatores, abre o dossel, multiplica as clareiras e a exposição das bordas da floresta à radiação solar, seca os solos e a vegetação do sub-bosque, fatores que, conjugados com o aumento das temperaturas e das secas, tornam a floresta presa de incêndios cada vez mais frequentes e cada vez maiores. Nestas novas condições, mesmo queimadas chamadas “de manejo” para “limpeza” de pastos e de áreas agrícolas, isto é, em áreas já desmatadas, podem agora sair do controle de pequenos e grandes proprietários de terras e avançar profundamente numa floresta ressequida e muito mais propensa a se incendiar.

As perdas causadas por esses incêndios são quase inimagináveis para a flora, a fauna e para a saúde das populações que habitam a região amazônica, e mesmo fora dela. Apenas localmente foram elas quantificadas. Durante a seca de 2015-2016, por exemplo, conforme mostrou Erika Berenguer e colegas, os incendiários foram responsáveis, direta ou indiretamente, pela morte de cerca de 2,5 bilhões de caules (árvores e cipós) apenas nos 65 mil km² de floresta na região amazônica do Baixo Tapajós, destruição que liberou na atmosfera cerca de 495 milhões de toneladas de CO₂.⁴⁶⁸ Aline Pontes-Lopes e colegas pesquisaram os impactos dos incêndios na floresta na região central da floresta amazônica, especificamente no interflúvio Purus-Madeira, durante os incêndios ocorridos também durante a seca de 2015. A pesquisa mostrou que:⁴⁶⁹

“Ao longo dos 3 anos após o incêndio, a densidade dos caules diminuiu de $517,7 \pm 38,8$ para $376,0 \pm 53,2$ caules por hectare, enquanto a biomassa acima do solo diminuiu de $223,6 \pm 66,7$ para $193,7 \pm 49,7$ Mg [Megagramas = toneladas] por hectare nas parcelas queimadas. Esses valores representaram perdas de $27,3 \pm 9,0\%$ na densidade dos caules e $12,7 \pm 9,1\%$ na biomassa aérea”.

Os incêndios favoreceram o aumento de espécies nativas herbáceas, como os bambus herbáceos. Efeitos similares foram detectados por Bernardo Flores e colegas (2016) e, mais recentemente, por Tayane Costa Carvalho e colegas (2021). Tais estudos alertam para os danos extensos e irreversíveis que o fogo, sobretudo quando repetido, causa nas várzeas e planícies anualmente inundáveis da floresta, os chamados igapós, que ocupam cerca de 8% do bioma amazônico e já se encontram particularmente vulnerabilizados pelas secas.⁴⁷⁰ Segundo Flores e colegas, “um primeiro evento de incêndio em florestas de várzea destrói completamente as árvores, e mais de 90% do sistema radicular superficial e do banco de sementes das árvores, favorecendo a invasão da vegetação herbácea”. A floresta se recupera lentamente, mas na ocorrência de um segundo incêndio, no intervalo de algumas décadas, “as taxas de recuperação florestal caem e a cobertura herbácea persiste”.⁴⁷¹

Os incêndios sistemáticos e em grande escala da floresta primária na Amazônia são uma prática introduzida pela ditadura. Uma fotografia de Carlos Carvalho, de 1984, mostrando um incêndio à beira da BR-317, no Acre, é um documento mais eloquente e desolador do que qualquer conjunto de dados. Desde 1985, entretanto, o Brasil não parou de queimar. Segundo o Projeto MapBiomas Fogo,⁴⁷² uma área de 1.672.142 km², cerca de 1/5 (19,6%) do território brasileiro já queimou ao menos uma vez entre 1985 e 2020, uma média anual de 150,9 mil km². Esses incêndios se concentram no século XXI, pois desde 2000, 17,5% do território brasileiro já queimou ao menos uma vez. O Projeto MapBiomas Fogo traz um dado gravíssimo entre todos: cerca de 2/3 da área queimada (65%) era antes coberta por vegetação nativa (8% de formações florestais nativas). Outros dados centrais para se entender a destruição em curso: 690.028 km² da Amazônia queimaram ao menos uma vez nos 36 anos entre 1985 e 2020. A Tabela 3.5 mostra a distribuição acumulada desses incêndios no território brasileiro nesse período.

Tabela 3.5 – Área do bioma como porcentagem do território nacional, área queimada acumulada como porcentagem de cada bioma e extensão da área queimada ao menos uma vez entre 1985 e 2020

| | Área do bioma como % do território nacional | Área queimada como % do bioma | Área queimada no período |
|--------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| Cerrado | 43,9% | 36% | 733 mil km ² |
| Amazônia | 41,2% | 16,4% | 690 mil km ² |
| Caatinga | 5,3% | 10,5% | 88 mil km ² |
| Pantanal | 5,2% | 57,5% | 86 mil km ² |
| M. Atlântica | 4,3% | 6,5% | 71 mil km ² |
| Pampa | 0,2% | 1,5% | 2 mil km ² |

Fonte: Projeto MapBiomas Fogo (Coleção 1), Infográfico

<<https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Infograficos/MBI-fogo-infografico-PTBR-aprovado.jpg>>.

Dados complementares sobre esses incêndios e suas consequências, especificamente na floresta amazônica entre 2001 e 2019, são fornecidos e analisados por Xiao Feng e colegas em 2021.⁴⁷³

“Desde 2001, uma área estimada entre 103.079 km² e 189.755 km² da floresta amazônica foi potencialmente impactada pelo fogo, afetando a maioria das plantas e espécies de vertebrados nessa região. Entre 93,3% e 95,5% das plantas e das espécies de vertebrados (entre 13.608 e 13.931 espécies) podem ter sido impactadas pelo fogo, mesmo que em um grau menor. Entretanto, muitas dessas espécies são conhecidas a partir de um pequeno número de registros e têm âmbitos restritos de distribuição. De fato, a Amazônia é habitada por numerosas espécies (610), consideradas ameaçadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Desde 2001, uma grande fração dessas espécies ameaçadas tem sofrido impactos do fogo em suas áreas de registro: 263 a 264 espécies de plantas listadas na IUCN; 83 a 85 espécies de aves; 53 a 55 espécies de mamíferos; 5 a 9 espécies de répteis e 95 a 107 espécies de anfíbios”.

Outros resultados desse trabalho de Feng e colegas devem ser mantidos em mente:

(1) os impactos mais pronunciados do fogo verificados em níveis de espécies são frequentemente associados às espécies que têm um menor âmbito de distribuição;

(2) é particularmente preocupante que as florestas mais prejudicadas entre 2001 e 2019, localizadas obviamente no chamado arco do desmatamento, são sabidamente as que contêm a mais ampla gama de linhagens evolucionárias nas árvores da América do Sul;

(3) alterações nos habitats nesse arco do desmatamento foram abrangentes e rápidas, afetando um número considerável de espécies. Assim, há entre 263 e 700 espécies que tiveram mais de 10% de sua área de distribuição afetada;

(4) Para cada 10 mil km² de floresta por onde o fogo se alastra, novas espécies perdem mais de 10% de suas áreas de distribuição, a saber, 27 a 37 espécies de plantas e 2 a 3 espécies de vertebrados;

(5) essas estimativas são provavelmente conservadoras, entre outras razões porque avaliam os impactos do fogo apenas sobre vertebrados e porque não consideram o histórico de perdas e degradação florestal anterior a 2001;

(6) embora a área da degradação florestal por fogo tenha flutuado entre 2001 e 2019, as novas áreas de florestas destruídas pelo fogo nunca diminuíram, e tanto a área cumulativa afetada quanto seus impactos nas áreas de distribuição das espécies continuaram a aumentar a taxas constantes e notadamente em 2019.

3.9 Bolsonaro e a destruição da floresta como meta de governo

Como afirma o Projeto MapBiomas Fogo, os grandes picos de áreas queimadas nesses 36 anos (1985-2020) ocorreram principalmente em anos impactados por secas maiores. Mas, a par disso, “altas taxas de desmatamento principalmente antes de 2005 e depois de 2019 tiveram um grande impacto no aumento da área queimada nesses períodos”. O IPAM pôs em evidência um fato inédito e muito importante neste ano de 2019:⁴⁷⁴

“A Amazônia está queimando mais em 2019, e o período seco, por si só, não explica este aumento. O número de focos de incêndios, para a maioria dos estados da região, já é o maior dos últimos quatro anos. É um índice impressionante, pois a estiagem deste ano está mais branda do que as observadas nos anos anteriores. Até 14 de agosto, eram 32.728 focos registrados, número cerca de 60% superior à média dos três anos anteriores para o mesmo período (média de ~20,4 mil focos de incêndios, variando entre ~15 e 25,5 mil)”.

Eis o ponto de partida para entender o que mudou a partir de 2019, quando os incêndios novamente explodiram, suscitando reações inclusive em nível internacional.⁴⁷⁵ Com os governos civis anteriores, a destruição da floresta decorria basicamente da negligência, dependência e/ou cumplicidade dos governantes com os devastadores, fortemente representados em todas as instâncias do poder executivo e legislativo (veja-se, acima, seção 3.1 A Amazônia resiste). Embora desde a Constituição de 1988 se assistisse à montagem de uma legislação timidamente protetora dos biomas brasileiros, a ausência de uma estrutura mínima de governança tornava a estrutura de leis, normas e regulamentações vigentes desde 1988 quase totalmente inefetiva. Assim, entre agosto de 1994 e julho de 1995, isto é, entre os governos de Itamar Franco e de Fernando Henrique Cardoso, o desmatamento de florestas primárias da Amazônia atinge um pico de 29.059 km². Também durante os dois mandatos de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), o desmatamento nunca desceu abaixo de 13.227 km² (1997), com uma escalada sucessiva que o levou a atingir 21.650 km². Entre agosto de 2003 e julho de 2004, já sob a presidência de Lula, o desmatamento da Amazônia chegou a atingir 27.772 km². Iniciava-se, contudo, então, um período em que a legislação começou a ser aplicada de modo mais efetivo, com o auxílio de uma estrutura repressiva minimamente eficaz. Esse período estende-se até julho de 2012. Claramente contrariado por essa governança, o agronegócio retoma a ofensiva desde os primeiros dias do governo de Dilma Rousseff. Os resultados dessa operação não se fazem esperar. Como mostra acima a Figura 3.6, a partir de 2013, o desmatamento volta a decolar. Em cinco anos (agosto de 2013 a julho de 2018), as perdas acumuladas por corte raso, apenas na Amazônia Legal, foram de 39.486 km². Em meia década, uma área de floresta quase equivalente à do estado do Rio de Janeiro (43.696 km²) simplesmente havia desaparecido. Desde a promulgação do novo Código Florestal (Lei 12.651 de 25/V/2012), o desmatamento da Amazônia passou de 4.571 km² em 2012 para 7.536 km² em 2018, um salto de cerca de 65%!

O *impeachment* de Dilma Rousseff em agosto de 2016 foi causado, entre outros fatores, pelo fato de que sua aliança com Aldo Rebelo⁴⁷⁶ e Kátia Abreu, por mais espúria que fosse, não era mais capaz de contentar o agronegócio, que, vendo-a muito desgastada pela crise econômica iniciada em 2014, percebeu que podia obter muito mais. Assim, no breve governo de Michel Temer (agosto de 2016-dezembro de 2018), houve ao menos sete medidas provisórias e projetos de lei destinados a enfraquecer ainda mais as últimas defesas da floresta.⁴⁷⁷ Em novembro de 2016, na COP22 em Marrakesh, seu Ministro da Agricultura, Blairo Maggi, queixando-se da reserva legal ainda mantida pelo novo Código Florestal nas propriedades rurais da Amazônia, declarou, inconformado: “Imagine um hotel que tenha 100 quartos, mas que só possa comercializar 20 unidades. As outras 80 ele tem que manter fechadas”.⁴⁷⁸ Raramente a percepção que o capitalismo tem da natureza terá sido melhor formulada. Essa mesma percepção se estampa em 2020 na declaração de Assuero Doca Veronez, pecuarista, então presidente da Federação da Agricultura e Pecuária do Acre (FAEAC):⁴⁷⁹

“A questão ambiental foi uma questão muito limitadora. Desmatamento para nós é sinônimo de progresso, por mais que isso possa chocar as pessoas. O Acre não tem minério, não tem potencial turístico, o que o Acre tem são as melhores terras do Brasil. Só que esta terra tem um problema, uma floresta em cima”.

Para lotar o “Hotel Amazônia” e liquidar o “problema” da floresta, o agronegócio precisava, portanto, de Bolsonaro. Este declarava em 2018, em plena campanha eleitoral em Porto Velho:⁴⁸⁰

“O Brasil não suporta ter mais de 50% do território demarcado como terras indígenas, áreas de proteção ambiental, com parques nacionais e essas reservas todas atrapalham o desenvolvimento (...) não podemos continuar admitindo uma fiscalização xiita por parte do ICMBio e do Ibama, prejudicando quem quer produzir.”

Bolsonaro sempre foi irrelevante na política brasileira e sua vitória continua suscitando interrogações diversas, envolvendo a crise econômica, o peso das novas campanhas de desinformação eletrônica e a cumplicidade da imprensa, além de tendências internacionais, que não cabe aqui discutir. Um fato, entretanto, não pode ser subestimado. Se Bolsonaro é uma excrescência no sistema político, ele não é um fenômeno adventício na sociedade brasileira, historicamente moldada pela escravidão, pelo ressentimento, pela violência e pela predação da natureza. Sua campanha deu voz e novo alento à ideologia militarista, racista, obscurantista, individualista, predatória, decalcada da visão de mundo do patriarcado rural e profundamente arraigada em certos setores sociais. Essa ideologia está encastelada, obviamente, na casta militar e no empresariado – nomeadamente o agronegócio, a mineração, as empreiteiras, o setor financeiro e a mídia corporativa –, mas encontra guarida (felizmente cada vez menos) também em parcelas das camadas mais pobres e marginalizadas da população, cooptadas no mais das vezes pela teologia da prosperidade. O desprezo rancoroso de Bolsonaro pela democracia, pela inteligência, pela dimensão crítica da ciência e da cultura, pelos direitos humanos e da natureza e pelos ideais de igualdade herdados do socialismo e da social-democracia é o mesmo desprezo rancoroso que setores da classe média e da “elite” sempre sentiram em seu íntimo, mas não tinham coragem de manifestar à luz do dia. A começar por sua oposição aos aspectos progressistas da Constituição de 1988 e por sua nostalgia da ditadura. Bolsonaro representa, assim, a retomada da agenda militar dos anos 1970, obcecada pelo subsolo da Amazônia e pela missão de devastá-la em nome da “segurança nacional”, de tal modo que a floresta e seus povos se tornam novamente o inimigo a abater e sua destruição, uma das metas centrais de seu governo. Em 2018, um ex-assessor de Geraldo Alckmin para o agronegócio, Frederico D’Ávila, então diretor da Sociedade Rural Brasileira, abandonou o governador de São Paulo para assumir o programa de Bolsonaro para a agropecuária. A

linguagem empregada em sua declaração à imprensa é sintomática desse retorno à política como guerra à natureza e à democracia:

“O Geraldo [Alckmin] é um piloto de 747 da Lufthansa: não vai chacoalhar, vai jantar, atravessar o Atlântico bem tranquilo. Só que não estamos voando em céu de brigadeiro, estamos voando sobre a Síria. Bolsonaro é um piloto de [caça] F-16. O Brasil precisa de um piloto de F-16”.

Tudo isso explica, entre outras atrocidades, o fato de que os Territórios Indígenas (TI) foram sistematicamente invadidos pelo agronegócio e pelo garimpo, de modo que nesses territórios o desmatamento aumentou 153%,⁴⁸¹ sendo que mais de 98% do desmatamento amazônico em 2020 foi ilegal. Como mostra o Projeto MapBiomias Alerta:⁴⁸²

“Em 2020, foram identificados, validados e refinados 74.218 alertas em todo território nacional, totalizando 13.853 km² de desmatamento, um crescimento de 30% no número de alertas e de 14% na área desmatada em relação ao ano de 2019. Do total de alertas, 79% estão no bioma Amazônia, com uma área de 843 mil ha (60,9% da área total)”.

Sempre segundo o MapBiomias, entre 2019 e 2021, “o desmatamento em terras indígenas na Amazônia foi multiplicado por 1,7 quando comparado com a média de 2016 a 2018. Já o desmate para a mineração ilegal dobrou entre 2018 e 2019”.⁴⁸³ Os fazendeiros nunca tiveram escrúpulos em lançar mão de armas de ecocídio contra a floresta e seus povos. Desde ao menos 2003, conforme detectado pelo Greenpeace,⁴⁸⁴ seus aviões adotam a prática, então relativamente comum, de bombardear agente laranja e demais herbicidas (glifosato, 2,4-D...) sobre as florestas e seus povos para acelerar o desmatamento.⁴⁸⁵ A lição fora aprendida com a aviação norte-americana que, nos anos 1960, empregava esse método para devastar os arrozais e as florestas do Vietnã, do Laos e do Camboja, onde se ocultavam os guerrilheiros.⁴⁸⁶ Com Bolsonaro, os fazendeiros retomaram essa prática de guerra sem a menor inibição e receio de punição. E, segundo Naiara Bittencourt, advogada da ONG Terra de Direitos, “a expectativa é que o uso de agrotóxicos para desmatamento vai se intensificar no próximo período, porque está mais fácil, mais acessível e mais consolidado”.⁴⁸⁷

Os garimpeiros gozam da mesma certeza de impunidade, e tanto mais porque Bolsonaro tem uma identificação pessoal e familiar com o garimpo. Seu pai, Percy Geraldo Bolsonaro, foi um garimpeiro em Serra Pelada, uma extensão da Serra dos Carajás, no Sudeste do Pará.⁴⁸⁸ O garimpo de ouro, hoje sempre mais controlado pelo crime organizado, entre os quais o Primeiro Comando da Capital (PCC),⁴⁸⁹ não apenas reduz a floresta a uma paisagem sinistramente lunar, mas mata e aterroriza as populações indígenas, além de intoxicar pessoas, fauna, rios e solos com quantidades letais e crescentes de mercúrio. Segundo Flávio Ilha, “um volume estimado em 100 toneladas do metal neurotóxico foi utilizado em 2019 e 2020 para extrair ouro ilegalmente da região, de acordo com estimativas feitas com base em um levantamento oficial. Esse ouro foi exportado pelo Brasil para países como Canadá, Reino Unido e Suíça”.⁴⁹⁰

Outro efeito da impunidade garantida por Bolsonaro é o aumento dos incêndios florestais na Amazônia, incluindo o chamado “Dia do Fogo”, uma ação ostensivamente coordenada por fazendeiros e empresários do sudoeste do Pará em homenagem ao presidente, que teve lugar em 10 e 11 de agosto de 2019. O INPE detectou nessas datas 1.457 focos de calor no entorno da BR-163, 38% dos quais em áreas de floresta. Nesses dois únicos dias, houve um aumento de 1.923% de focos de calor em relação aos dois mesmos dias no ano anterior.⁴⁹¹ Dois anos depois, nenhum dos responsáveis pelos crimes foi punido, embora estejam bem identificados, e parte da área queimada nessa ocasião foi ocupada sucessivamente por plantações de soja.⁴⁹² Em 2020, sempre segundo o INPE, a Amazônia registrou 103.161 focos de queimada, o maior registro desde 2017 (107.439) e de 2015 (106.438), quando Dilma Rousseff já se aliara à contraofensiva do agronegócio, iniciada na segunda década do século.

3.10 Amazônia, elemento crítico do sistema Terra

“A Amazônia é fundamental para a estabilidade ecológica do planeta”

Carlos Nobre⁴⁹³

Para perceber o alcance das palavras do cacique Raoni, citadas em epígrafe neste capítulo, segundo as quais é a floresta que segura o mundo, é preciso partir do entendimento de que a Amazônia é um elemento crítico do sistema Terra. A floresta amazônica é parte de uma estrutura interdependente de elementos de grande escala que mantém o sistema Terra em equilíbrio. Essa percepção remonta, entre outros, a Alexander von Humboldt⁴⁹⁴ e a Vladimir Vernadsky, em seu fundamental *The Biosphere* (1926). Como disciplina, contudo, as ciências do sistema Terra têm início com a hipótese de Gaia, desenvolvida por James Lovelock e Lynn Margulis desde os anos 1960.⁴⁹⁵ Como afirma Timothy Lenton, “ela representa a primeira afirmação científica da Terra como um sistema que é mais do que a soma de suas partes. Assim, pelo menos para mim, a hipótese Gaia marca o início da Ciência do sistema Terra”.⁴⁹⁶ Examinar a recepção científica algo turbulenta dessa teoria, de resto em constante evolução, escapa ao meu propósito aqui.⁴⁹⁷ Importa no presente contexto compreender que: (a) o planeta Terra é um sistema, o que significa, como Lenton ressalta, que ele é mais que a justaposição ou a somatória de suas partes; (b) nesse sistema, o biota planetário interage com os elementos não vivos do planeta, de modo a moldá-lo (através de *feedbacks* positivos e negativos) e a fazê-lo funcionar à maneira de um superorganismo autorregulatório. Esta seria a razão mais plausível pela qual a composição química da atmosfera e, em consequência, o sistema climático mantiveram-se em um estado propício à vida, malgrado o lento incremento da radiação solar ao longo de bilhões de anos.

A Amazônia, como dito, é um dos elementos críticos desse sistema. O conceito de elemento crítico (*tipping element*) deriva do de ponto crítico (*tipping point*), ou ponto de inflexão, na dinâmica de um sistema, e é importante defini-los conjuntamente, valendo-nos da formulação particularmente feliz e sucinta proposta por Timothy Lenton e colegas em 2008:⁴⁹⁸

O termo “ponto crítico” (*tipping point*) comumente se refere a um limiar crítico no qual uma pequena perturbação pode alterar qualitativamente o estado ou o desenvolvimento de um sistema. Aqui introduzimos o termo “elemento crítico” (*tipping element*) para descrever componentes de larga escala do sistema Terra susceptíveis de ultrapassar um ponto crítico”.

Convém complementar essa definição do conceito de elemento crítico pela que propõem os cientistas do Potsdam Institute for Climate Impact Research, que o consideram justamente como “os calcanhares de Aquiles do sistema Terra”:⁴⁹⁹

“Elementos críticos são componentes de larga escala do sistema Terra, caracterizados por um comportamento de limiar. Quando aspectos relevantes do clima se aproximam de um limite, esses componentes podem ser levados a um estado qualitativamente diferente por pequenas perturbações externas. (...) O comportamento de limiar é frequentemente impulsionado por alças de retroalimentação que, uma vez atingido o ponto crítico, podem continuar a agir mesmo sem novos estímulos. Assim, é possível que um componente do sistema terrestre atinja um ponto

crítico mesmo se as condições estruturais do sistema climático ainda se encontrem abaixo do limiar de transição. A transição resultante da ultrapassagem de um ponto crítico específico do sistema pode ser abrupta ou gradual”.

É preciso, antes de mais nada, enfatizar o caráter sistêmico de uma transformação qualitativa no estado de equilíbrio de um elemento crítico do sistema Terra. “O que acontece no Ártico não fica no Ártico”, eis uma das frases mais repetidas pelos cientistas do clima e um dos mais sólidos consensos sobre a emergência climática.⁵⁰⁰ O mesmo pode ser dito da floresta amazônica. Sua destruição em curso, se vier a se consumir (tal é o empenho de Bolsonaro, em sintonia com os mercados globais), não terá apenas efeitos continentais, mas enviará ondas de choque a outras partes do planeta. O mapa da Figura 3.8 mostra o conjunto dos elementos críticos do sistema Terra (clima e biodiversidade) em sua conectividade e interação, de modo que a ultrapassagem de pontos críticos em qualquer um deles influencia fortemente a desestabilização dos demais.



Figura 3.8 - Mapa da conectividade dos elementos de larga escala do sistema Terra em risco crescente de ultrapassar pontos críticos em direção a outros estados de equilíbrio, com potencial efeito dominó.

A – Secas mais graves e mais frequentes na floresta amazônica; **B** – Diminuição do gelo do Oceano Ártico, com diminuição do albedo e maior absorção, especial e temporal, da radiação solar pelo mar); **C** – Desaceleração da circulação termoalina na corrente meridional de capotamento do Atlântico (AMOC), com potencial colapso desse elemento fundamental do sistema climático; **D** – Declínio das Florestas Boreais, atacada por pestes e espécies invasoras; **F** - Morte em larga escala dos recifes de corais; **G** - Aceleração da perda de gelo na Groenlândia; **H** – Derretimento do permafrost terrestre e marítimo, com liberação crescente de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄); **I** – Derretimento do manto de gelo da Antártida Ocidental; **J** – Derretimento do manto de gelo da Antártida Oriental. Fonte: Baseado em “Climate Crisis – Earth May Be Approaching Key Tipping Points”. NetNewsLedger, 21/1/2020, adaptado de Tim Lenton *et al.*, “Climate Tipping Points. Too risky to bet against”. *Nature*, 575, 28/XI/2019. <<http://www.netnewsledger.com/2020/01/21/climate-crisis-earth-may-be-approaching-key-tipping-points/>> <<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>>

Quando esse elemento crítico do sistema Terra, a floresta amazônica, ultrapassará seu ponto crítico, transitando mais ou menos rapidamente para um estado alternativo de equilíbrio não florestal, catastrófico do ponto de vista climático e muito empobrecido do ponto de vista da biodiversidade? Em primeiro lugar, é preciso lutar com todas as nossas forças para que ela não ultrapasse esse ponto trágico de não retorno. Em segundo lugar, deve-se admitir que, como em todo processo de colapso de sistemas complexos, não é possível fixar datas precisas, sobretudo porque essas datas dependem das escolhas da sociedade aqui e agora, fundamentalmente neste decênio, de onde o título deste capítulo e do livro como um todo. Não sabemos, por exemplo, o ritmo futuro do desmatamento e da degradação florestal, nem como a floresta responderá ao ritmo futuro do aquecimento global, inclusive porque não sabemos qual será esse ritmo, posto

que ele depende em parte do ritmo do desmatamento das florestas tropicais. O ritmo do aquecimento é dado em parte pelo ritmo de perda florestal e vice-versa. Temos aqui, portanto, duas variáveis mutuamente dependentes e não conhecemos nenhuma das duas, porque ambas dependem, em última instância, da política, vale dizer, de nós.

Mesmo num cenário ainda distante de desaceleração do aquecimento – o que suporia zerar ao mesmo tempo as emissões de GEE e o desmatamento –, não sabemos como a floresta responderá a aquecimentos maiores já inevitáveis, como veremos nos próximos capítulos. Não é sequer dado saber quão irreversíveis são os processos endógenos já desencadeados pela sinergia entre a destruição deliberada da floresta e as alças de retroalimentação postas em ação pelo desmatamento, sob a pressão sistêmica da emergência climática.

Uma das muitas incógnitas é o efeito de fertilização sobre as florestas causado pelo aumento das concentrações atmosféricas de CO₂. Roel Briener e colegas, acima citados, enfatizam que o declínio da capacidade de absorção de carbono pela floresta amazônica diverge claramente do recente aumento na absorção de carbono pelas florestas temperadas e boreais em escala global.⁵⁰¹ De fato, vimos no capítulo 1 (seção 1.5 Florestas Boreais) que o aquecimento global e o efeito de fertilização pelo aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ têm favorecido a expansão da taiga e uma sua maior capacidade de sequestro de carbono. Esse efeito de fertilização parece, contudo, ter um limite. A constrição dos poros das folhas (estômatos) em face de maior abundância de CO₂ diminui a sua evapotranspiração e, se essa diminuição tem um lado positivo (maior resistência às secas), ela também pode gerar ao final menos chuvas, o que neutralizaria o efeito positivo. De qualquer forma, na floresta amazônica esse efeito de fertilização por CO₂ está sendo testado pelo AmazonFACE (Free-Air Carbon dioxide Enrichment), um experimento de grande escala ainda em curso. Conforme cogitam Daniel Grossman e David Lapola, é bem possível que ele se mostre nulo ou muito pequeno sobre a floresta amazônica, dado um gargalo importante para o aumento de sua produtividade, qual seja, a escassez de nutrientes em seu solo, sobretudo fósforo.⁵⁰²

Quando se trata dos cenários futuros do colapso em curso da floresta amazônica, as incógnitas são, portanto, muitas, sendo crucial apostar que nada é ainda irreversível, embora saibamos que a irreversibilidade esteja velozmente a caminho. Em 2011, Timothy Lenton sustentou a hipótese de que pontos críticos no sistema Terra poderiam ser advertidos precocemente, dada a presença de sintomas antecipatórios.⁵⁰³ Em 2016, Carlos Nobre e colegas do INPE e de outras instituições valeram-se dessa hipótese para pôr em dúvida o consenso anterior segundo o qual o ponto crítico da floresta amazônica estaria situado num longínquo desmatamento de 40% de sua área ou num aquecimento médio de 4°C. Em 2018, Carlos Nobre e Thomas Lovejoy emitiram um alerta sobre a iminência desse ponto crítico, sugerindo que ele poderia ser cruzado muito mais cedo do que previsto pelos modelos anteriores:⁵⁰⁴

“Acreditamos que sinergias negativas entre desmatamento, mudanças climáticas e uso extensivo de fogo indicam um ponto crítico (*tipping point*) de transição para ecossistemas não florestais nas porções leste, sul e central da Amazônia, uma vez atingidos 20% a 25% de desmatamento da área original da floresta”.

Dado que o desmatamento da floresta amazônica estava então em vias de cruzar 20% de sua área original no Brasil (17% em escala continental), o editorial assinalava que a floresta havia já adentrado uma zona de alto risco. Em finais de 2019, os mesmos autores voltaram à carga num segundo editorial para a mesma revista *Science Advances*. Intitulado *Amazon tipping point: Last chance for action* (“Ponto crítico na Amazônia: Última chance para a ação”), o texto reitera o quanto a agricultura brasileira e, mais amplamente, todos os países da América do Sul (com exceção do Chile) beneficiam-se da umidade da floresta amazônica, e volta a advertir que estamos diante da “última chance” para evitar um desastre em escala planetária.⁵⁰⁵

Quanto desmatamento a floresta (...) ainda aguenta antes de que a umidade se torne insuficiente para sustentar as florestas tropicais, ou antes de que grandes porções da paisagem se convertam em savana tropical? (...) O aumento da frequência de secas sem precedentes em 2005, 2010 e 2015/16 está sinalizando que o ponto de inflexão é iminente. (...) Hoje, estamos exatamente em um momento do destino: o ponto de inflexão é aqui, é agora. Os povos e líderes dos países amazônicos juntos têm o poder, a ciência e as ferramentas para evitar um desastre ambiental em escala continental, na verdade, um desastre ambiental global”.

Em 2020, Carlos Nobre retornou ao tema da iminência do ponto crítico da floresta amazônica, sublinhando mais uma vez um sintoma fundamental: o aumento da estação seca na Amazônia, que a aproxima das condições de umidade típicas do Cerrado e a torna mais vulnerável ao fogo. Desde os anos 1980, afirma Nobre, a estação seca na parte central e sul da floresta aumentou em 6 dias por década. “Em relação aos anos 1980, ela já está três semanas mais longa”. E adverte: “riscos de savanização aumentam exponencialmente” quando a estação seca amazônica se tornar mais longa do que 4 meses (um mês a mais do que seu habitual), atingindo um regime de chuvas equivalente ao da estação seca do Cerrado. De resto, no Sul e SO da Amazônia (Rondônia), onde houve aumento do desmatamento, “o início da estação chuvosa chegou a atrasar 4 semanas”. A temperatura média durante a estação seca já está se elevando em até 3°C, a mortalidade das árvores está aumentando e a floresta está se tornando uma fonte de CO₂. Todos esses elementos atuam sinergicamente e reforçam seu prognóstico de uma ultrapassagem do ponto de não retorno de perda florestal na escala de tempo de 15 a 30 anos. Essa mudança está sendo agora claramente observada e, nesse cenário, a floresta estaria próxima de perder até 70% de sua área.⁵⁰⁶ Essas observações convergem, como visto acima, com as mensurações dos fluxos de carbono e de reciclagem de umidade pela floresta, realizadas por Luciana Gatti e colegas, publicadas em 2021.

A fragilidade da floresta amazônica

Um último aspecto das ameaças que pesam sobre a Amazônia deve ser ressaltado: a constitutiva fragilidade dessa floresta. Em 2013 e em 2015, Hans Ter Steege e colegas apresentaram dois trabalhos importantes a respeito. Em sua análise de 2013, sobre a diversidade das espécies arbóreas na Amazônia, os autores “encontraram 227 espécies hiperdominantes (1,4% do total) tão preponderantes que, juntas, elas compõem metade de todas as árvores na Amazônia, ao passo que 11.000 espécies compõem apenas 0,12% das árvores”.⁵⁰⁷ Essas espécies hiperdominantes estão disseminadas em largas extensões da floresta, embora sejam dominantes em apenas uma ou duas regiões da bacia amazônica. Trata-se, evidentemente, de espécies muito bem adaptadas às coordenadas ambientais atuais da Amazônia. Ocorre que essas coordenadas – umidade, temperatura, biodiversidade etc. – estão sendo rapidamente alteradas e se vierem a superar as possibilidades de adaptação dessas 227 espécies hiperdominantes que compõem metade das árvores da floresta amazônica, a floresta como um todo pode entrar em risco de desaparecimento. Esse risco não é apenas teórico. Ele está sendo observado e foi mensurado em 2015 por Hans Ter Steege e um coletivo de 157 cientistas.⁵⁰⁸

“Sobrepusemos modelos de distribuição espacial com desmatamento histórico e projetado para mostrar que pelo menos 36% e até 57% de todas as espécies de árvores da Amazônia provavelmente se qualificam como globalmente ameaçadas sob os critérios da Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN)”.

Apenas em 2021, segundo os cálculos efetuados pela plataforma “Plena Mata”, foram eliminadas cerca de 470 milhões de árvores e apenas em janeiro de 2022, um mês de baixo desmatamento, a perda florestal superou 31 milhões de árvores, ou seja, uma média de 1 milhão de árvores por dia.⁵⁰⁹ Mantida essa escala e velocidade de destruição, qualquer esperança de que a floresta amazônica resista ainda por muito mais tempo seria injustificável.

3.11 Conclusão. A Amazônia precisa se tornar um santuário da biosfera

O que os ditadores desencadearam na Amazônia e os governos civis continuaram deve ser bem compreendido: trata-se do mais *fulminante* ecocídio perpetrado por qualquer sociedade em qualquer latitude do planeta em toda a história da espécie humana. A *rapidez* da eliminação pura e simples da cobertura vegetal primária de mais de 1 milhão de km² do Cerrado, de mais de 800 mil km² da Amazônia Legal e de mais de 400 mil km² das florestas secas da Caatinga,⁵¹⁰ essa rapidez de extermínio da manta vegetal de mais de um quarto do território nacional em apenas meio século define a singularidade mundial da história recente do Brasil, de sua elite econômica e de sua casta militar.

É preciso manter em mente o que está em jogo no destino da Amazônia. As florestas tropicais e equatoriais não são apenas os maiores reservatórios de vida no planeta, mas são também as mais importantes *condições de possibilidade* de vida no planeta. Lembremos incansavelmente da advertência da FAO: “Não podemos viver sem florestas”.⁵¹¹

No próximo capítulo, tratarei da engrenagem físico-financeira da emergência climática. No que se refere à guerra contra a Amazônia, pode-se falar de uma engrenagem biofísico-financeira, na qual os bancos desempenham, como em toda a guerra, um papel crucial. Pode-se, em vista disso, afirmar ser imperioso que a Amazônia seja mantida a uma distância segura dos mercados internacionais. Diversos inventários promovidos por ONGs, como Forest & Finance, Rainforest Action Network, Amazon Watch (em associação com a APIB), Greenpeace, entre outras, quantificam os créditos, subscrições e investimentos em empresas e em atividades com alto risco de desmatamento ou com desmatamento ilegal comprovado. Entre 2016 e 2020, o Banco do Brasil, por exemplo, concedeu créditos no montante de US\$ 30 bilhões a operações com alto risco de desmatamento. O BNDES – proprietário via BNDES-Par de 21% das cotas da JBS, uma corporação repetidamente acusada de operações ilegais⁵¹² – investiu nesse período US\$ 3,8 bilhões em empresas de alto risco de desmatamento, destinando à pecuária mais da metade desse montante.

Nem todas essas injeções de recursos, por certo, implicaram desmatamento, mas o ponto central do problema é que elas financiam uma economia agrária de grande escala e a floresta amazônica definitivamente não comporta grandes propriedades rurais,⁵¹³ que devem ser desativadas, desapropriadas e, na medida do ainda possível, recuperadas pela floresta. A floresta pode conviver, como sempre conviveu, com uma economia extrativa e agroflorestal de expressão local, baseada em cooperativas e/ou pequenas propriedades, a única economia apta, de resto, a promover o bem-estar de sua população. Qualquer tentativa de salvar o que resta da floresta amazônica e de restaurá-la supõe, portanto, mantê-la a uma distância prudente da engrenagem devoradora do latifúndio, dos grandes mercados e da economia globalizada. De fato, uma projeção proposta em 2008 por Stephen Hubell e colegas indica que, mesmo num cenário otimista em que se procure compatibilizar conservação e mercados, 37% das espécies raras (<10.000 indivíduos) de árvores amazônicas devem se extinguir, pois a maioria dessas espécies distribui-se em pequenos territórios e são vulneráveis à perda de habitat local.⁵¹⁴

A condição mais importante de possibilidade de conservação da Amazônia é uma mobilização nacional e global para proteger os protetores das florestas e aprender com eles, com suas tecnologias de gestão da floresta e com seus modos de vida. Demarcar as terras indígenas e quilombolas, aumentar rapidamente suas áreas e cuidar para que sejam respeitadas são os primeiros passos de um programa político de sobrevivência da vida e da humanidade, não apenas da sobrevivência das sociedades sul-americanas.

Em julho de 2022, terá lugar em Belém do Pará, o X Fórum Social Panamazônico, um encontro fundamental dos povos amazônicos voltado para definir a Amazônia que todos nós queremos e de que precisamos para garantir um futuro de vida ao planeta. Esse encontro insere-se na continuidade de outros de igual importância, como o Sínodo dos Bispos para a Região Pan-Amazônica e como o que teve lugar, também em 2019, em Altamira, intitulado “Amazônia Centro do Mundo”, que reuniu cientistas, indígenas, ribeirinhos e toda uma gama de participantes dos mais diversos horizontes sociais. Antonio Donato Nobre, que participou do encontro, afirmou com força a tese que lhe dá título: “A Amazônia é de fato o centro do mundo, é o mais importante órgão para o metabolismo do sistema climático, garantindo estabilidade e conforto ambiental”.⁵¹⁵ Já em julho de 2019, em um discurso proferido em Manaus no primeiro encontro do “Rainforest Journalism Fund”, Eliane Brum chamava a atenção para essa condição estratégica da Amazônia no contexto mundial: “A floresta amazônica é efetivamente o centro do mundo. Ou, pelo menos, é um dos principais centros do mundo. Se não compreendermos isso, não há como enfrentar o desafio do clima”.⁵¹⁶ É desse desafio que tratarão os próximos quatro capítulos.

4. A engrenagem físico-financeira da emergência climática

O aumento combinado dos rebanhos de ruminantes, da queima de combustíveis fósseis, do desmatamento, dos incêndios florestais e das turfeiras implica aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Este aumento implica, por sua vez, aumentos das concentrações atmosféricas desses gases, as mais altas dos últimos três milhões de anos. Quanto maiores forem as concentrações atmosféricas desses gases, maior será a temperatura superficial da Terra, como se verá em detalhe no próximo capítulo. Esse encadeamento entre causas e efeitos é justamente o que constitui a engrenagem da emergência climática. Ela é antes de mais nada determinada pela física da relação causal entre as concentrações atmosféricas desses GEE, o equilíbrio radiativo do planeta (o equilíbrio entre a energia incidente e a energia dissipada) e, em consequência, a temperatura superficial do planeta. Mas ela é também uma engrenagem financeira, posto ser fomentada por quantidades até agora crescentes de créditos, subscrições e investimentos na indústria de combustíveis fósseis e no sistema alimentar globalizado.

No âmbito da física da atmosfera, essa relação causal foi demonstrada teórica e experimentalmente desde o século XIX. Em 1824, Jean-Baptiste Joseph Fourier descobria que a radiação solar possui propriedades diferentes ao incidir sobre o planeta na forma de luz e ao ser rebatida para fora do planeta na forma de calor (i.e., de radiação infravermelha).⁵¹⁷ Em 1856, um experimento de Eunice Newton Foote foi lido por Joseph Henry, secretário da Smithsonian Institution, numa seção da American Association for the Advancement of Science (AAAS). Foote afirmava pela primeira vez essa relação de causalidade entre uma dada concentração atmosférica do dióxido de carbono (CO₂) e a temperatura da Terra:⁵¹⁸

"Uma atmosfera desse gás [CO₂] daria à nossa Terra uma alta temperatura; e se, como alguns supõem, em um período de sua história o ar se misturou a esse gás em uma proporção maior do que a atual, isso deve necessariamente ter resultado em um aumento da temperatura pela própria ação do gás e pelo aumento do seu peso".

Em 1861, John Tyndall reiterava essa relação causal, intervindo igualmente no debate sobre a história do sistema climático do planeta: "Mudanças na quantidade de qualquer dos constituintes radiativamente ativos da atmosfera, tal como o dióxido de carbono (CO₂), podem ter produzido todas as mutações do clima que as pesquisas dos geólogos revelam".⁵¹⁹ Em 1896 e em 1906, Svante Arrhenius retoma esses resultados e introduz a questão da sensibilidade climática, isto é, a proporção em que o sistema climático responde a um dado aumento das concentrações atmosféricas de CO₂.⁵²⁰ Em seu livro de 1906, Arrhenius recapitulava as descobertas de seus predecessores:⁵²¹

"Até certo ponto, a temperatura da superfície da Terra (...) é condicionada pelas propriedades da atmosfera que a envolve, e particularmente pela sua permeabilidade aos raios de calor (p. 46). (...) Que os envelopes atmosféricos limitam a perda de calor foi sugerido por volta de 1800 pelo grande físico francês Fourier. Suas ideias foram desenvolvidas por [Claude] Pouillet e Tyndall. A teoria deles foi chamada a teoria da estufa (*hot house*) porque afirmavam que a atmosfera age analogamente a uma estufa com paredes de vidro". (p. 51)

Em 1938, Guy Stewart Callendar observou que a temperatura média da atmosfera tinha se elevado nos 56 anos precedentes (1880-1935) em parte por causa do aumento das concentrações atmosféricas do CO₂ (0,03°C / década).⁵²² Nos anos 1950, os trabalhos fundamentais de Gilbert Plass, Roger Revelle e Hans Suess⁵²³ consolidam essa descoberta e a partir dos anos 1970, Wallace S. Broecker e o relatório de 1979 de uma equipe de cientistas coordenada por Jule Charney⁵²⁴ exprimem o momento em que essa relação causal deixa de ser uma teoria e adquire o estatuto de consenso científico. Como bem resume Nathaniel Rich,

“quase tudo o que compreendemos hoje sobre o aquecimento global já era compreendido em 1979.”⁵²⁵

De fato, embora trabalhando a partir de modelos muito menos complexos e com menos dados do que os hoje disponíveis, as projeções do aquecimento médio global acima do período pré-industrial propostas por Wallace Broecker em 1975⁵²⁶, por Carl Sagan em 1985 e por James Hansen e colegas em 1981 e 1988⁵²⁷ têm sido confirmadas pelas observações e pelas mais recentes projeções. Em 1985, em um histórico depoimento no Congresso dos EUA, Carl Sagan afirmava:⁵²⁸

“As melhores estimativas (certamente associadas a alguma incerteza) são de que, mantidas as taxas presentes de queima de combustíveis fósseis, mantidas as taxas presentes de aumento de gases menores absorventes de radiação infravermelha na atmosfera da Terra, haverá um aumento de vários graus centígrados na temperatura na média global do planeta entre meados e o fim do próximo século”.

Dez anos antes, em 1975, Broecker havia predito que em 2010 as concentrações atmosféricas de CO₂ atingiriam 403 partes por milhão (ppm), o que corresponderia a um aquecimento médio global de 1,1°C acima do período pré-1900. Acertou quase no centro do alvo! Apenas três anos depois, em maio de 2013, essas concentrações atingiram, pela primeira vez em toda a história da humanidade, 400 ppm, com um correlativo aquecimento médio global de cerca de 1°C acima do período pré-industrial em 2015. Em 2016, verificou-se um salto para 1,26°C, segundo o Goddard Institute for Space Studies, devido a um forte El Niño. Não menos certo seria, em 1981, um trabalho de James Hansen e colegas.⁵²⁹

“O aquecimento global projetado para um cenário de crescimento rápido é de 3°C a 4,5°C ao final do próximo século, dependendo da proporção em que o petróleo e o gás, então esgotados, forem substituídos por combustíveis sintéticos. (...) Um aquecimento de 2°C é ultrapassado no século XXI em todos os cenários de emissões de CO₂ por nós considerados, exceto se não houver aumentos dessas emissões e se o carvão for descontinuado”.

Trata-se, como se sabe, de projeções em linha com as observações e com as mais recentes previsões dos cientistas e do IPCC. Em 1988, Hansen e colegas fizeram outra projeção igualmente precisa, como mostra a Figura 4.1.

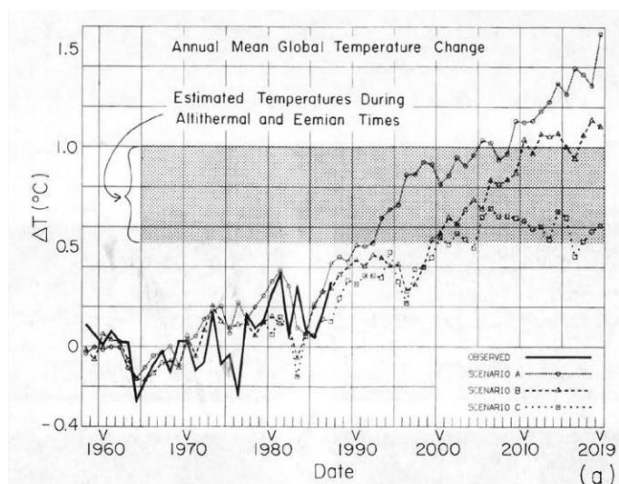


Figura 4.1 – Observação e projeção do aquecimento médio superficial global até 2019 (em °C), segundo três cenários: A, B e C, em relação ao período 1951-1980. O Cenário A supõe uma taxa de aumento das emissões de CO₂ típica dos 20 anos anteriores a 1987, isto é, um crescimento a uma taxa de 1,5% ao ano. O Cenário B assume taxas estacionárias de aumento das emissões aproximadamente no nível de 1988. O Cenário C é de drástica redução dessas emissões atmosféricas no período 1990 - 2000. A linha contínua descreve o aquecimento observado até 1987. A faixa cinza recobre o pico de aquecimento durante os períodos Antitermal (6.000 anos AP) e Eemiano (120.000 anos AP).

Fonte: J. Hansen *et al.*, "Global Climate Changes as Forecasted by the Goddard Institute for Space Studies Three Dimensional Model". *Journal of Geophysical Research*, 93, 20/VIII/1988, pp. 9341-9364.

Essas projeções de Wallace (1975), Sagan (1985) e Hansen e colegas (1981 e 1988) fornecem espetaculares demonstrações de compreensão das dinâmicas fundamentais do sistema climático na história recente da ciência, que só hoje podem ser plenamente aquilatadas. Em particular o Cenário B (Figura 4.1) proposto por Hansen e colegas em 1988 antecipa a uma distância de 30 anos um aquecimento médio global de cerca de 1,1°C em 2019. Foi exatamente o que aconteceu. O Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC), criado em 1988 (o mesmo ano deste trabalho e do depoimento de James Hansen apresentado à Comissão de Energia e Recursos Naturais do Senado dos EUA), alargou ainda mais e institucionalizou esse consenso através de seis relatórios gerais de avaliação (1990-2022) e de quatro relatórios especiais (2012, 2018-2019).⁵³⁰

A engrenagem do aquecimento global origina-se numa economia baseada na queima de combustíveis fósseis e no consumo industrial de carne. Essa economia é controlada pelos detentores de capital, cuja razão de ser é a máxima rentabilidade dos investimentos e a reprodução ampliada do ciclo econômico, o que implica expansão sempre crescente de consumo energético. Os dados que comprovam esse aumento ininterrupto de consumo energético, no âmbito da chamada "Grande Aceleração",⁵³¹ evocada na Introdução (seção 3. A dificuldade de apreender intuitivamente as dinâmicas de aceleração), são bem conhecidos. Em 2020, Jaia Syvitski e colegas mostraram que a humanidade consumiu 50% mais energia nos últimos 70 anos (22 Zetajoules ou ZJ) do que em todo o Holoceno (11.700 anos AP - 1950), cujo consumo acumulado foi de cerca de 14,6 ZJ.⁵³² A queima de combustíveis fósseis é, como se sabe, o motor principal dessa imensa potenciação do consumo energético humano, bem como da poluição e da emergência climática. No século XXI, nenhuma Academia Nacional de Ciência, nenhuma instituição científica e nenhum cientista reconhecido por seus pares põe em dúvida o que o IPCC afirmava já em 2007, em seu Quarto Relatório de Avaliação:⁵³³

"O aquecimento do sistema climático é inequívoco, como o evidenciam as observações dos aumentos nas temperaturas globais médias na atmosfera e no oceano, derretimento generalizado da neve e do gelo e elevação média do nível do mar. (...) As mudanças climáticas estão ocorrendo agora, como resultado, sobretudo, das atividades humanas".

Em 2014, o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC reforça os resultados dos Relatórios anteriores ao afirmar: "A influência humana sobre o sistema climático é crescente, com impactos observados em todos os continentes e oceanos. Muitas das mudanças observadas desde os anos 1950 não têm precedentes em décadas ou em milênios".⁵³⁴ Em 2021, em seu Sexto Relatório de Avaliação, o IPCC reitera mais uma vez esse veredito: "É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e os solos. (...) Os aumentos observados nas concentrações [atmosféricas] de gases bem misturados [de efeito estufa] desde cerca de 1750 são inequivocamente causados pelas atividades humanas".⁵³⁵

O que o IPCC designa por "atividades humanas" ou por "influência humana" é, na realidade, algo menos genérico. Trata-se basicamente do modo de funcionamento corporativo, privado e estatal, dos sistemas (1) energético, (2) extrativo e (3) alimentar em escala global. Esses três sistemas são interdependentes e operam em estreita interação com: (4) a indústria, sobretudo de cimento e petroquímica, (5) as Trading Companies (ABCD, COFCO etc.) e (6) o setor financeiro, redes corporativas igualmente oligopolizadas e globalizadas. Em conjunto e em sinergia, esses seis sistemas criaram a civilização termo-fóssil que hoje ameaça a humanidade e, em geral, a vida pluricelular no planeta.

4.1 A transição energética não está à vista neste decênio

Como mostra a Figura 4.2, o consumo de combustíveis fósseis não fez senão aumentar desde a Revolução Industrial com fortíssima aceleração após a “Grande Aceleração” iniciada em 1950, marco inaugural da nova época geológica em que vivemos, o Antropoceno.⁵³⁶

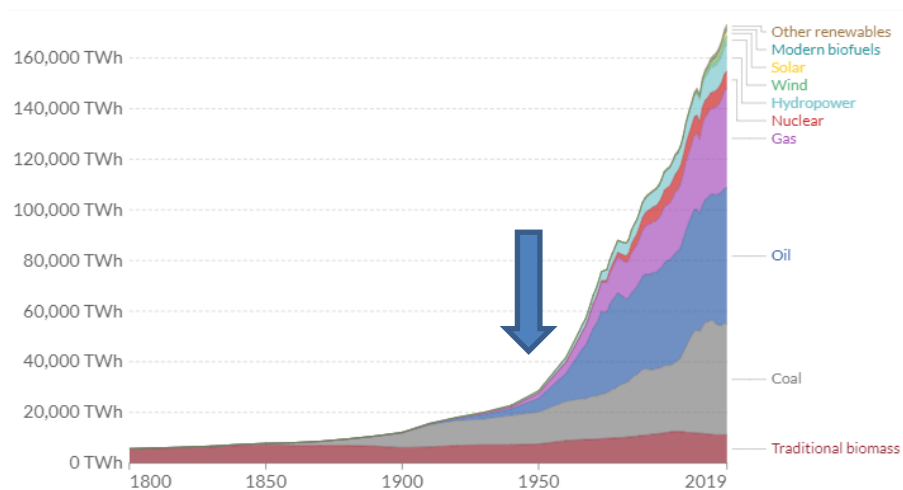


Figura 4.2 – Consumo de combustíveis fósseis entre 1800 e 2019 em Terawatts/hora (TWh). De baixo para cima: biomassa tradicional, carvão, petróleo e gás, nuclear, hidrelétrica, eólica, solar, biocombustíveis modernos e outras energias renováveis. A flecha realça a inflexão na curva após 1950, i.e., o início da “Grande Aceleração”. Fonte: Hannah Ritchie & Max Roser, *Our World in data*, baseado em Vaclav Smil, “Energy Transitions: Global and National Perspectives” (para os dados pré-1965) e BP Statistical Review of World Energy até 2019. <<https://ourworldindata.org/fossil-fuels>>.

Em 1950, o mundo consumiu em combustíveis fósseis o equivalente à geração de 28.536 Terawatts/hora (TWh).⁵³⁷ Em 2019, esse número atingiu 173.340 TWh, um aumento por um fator de pouco mais de seis para uma população que aumentou “apenas” cerca de três vezes. Como mostra ainda o gráfico da Figura 4.2, o petróleo começa a disputar com o carvão a primazia no âmbito dos combustíveis fósseis a partir dos anos 1950, e em 2019 permanece o mais importante dos três na métrica TWh. Superada a pior fase da crise financeira de 2007-2008, a demanda global por petróleo volta em 2010 a atingir 86,4 milhões de barris por dia (Mb/d). Desde então, e malgrado as promessas firmadas em 2015 no Acordo de Paris, sua demanda, observada e projetada, não dá sinais de arrefecimento. Em 2020, a pandemia da Covid-19 derrubou a demanda em 9 Mb/d, mas 2021 mostrou já uma forte recuperação. A Agência Internacional de Energia (AIE) projeta um retorno aos níveis de 2019 já em 2022 e um subsequente aumento da demanda até ao menos 2026, quando ela pode atingir 104,1 milhões de barris/dia, tal como mostra a Figura 4.3

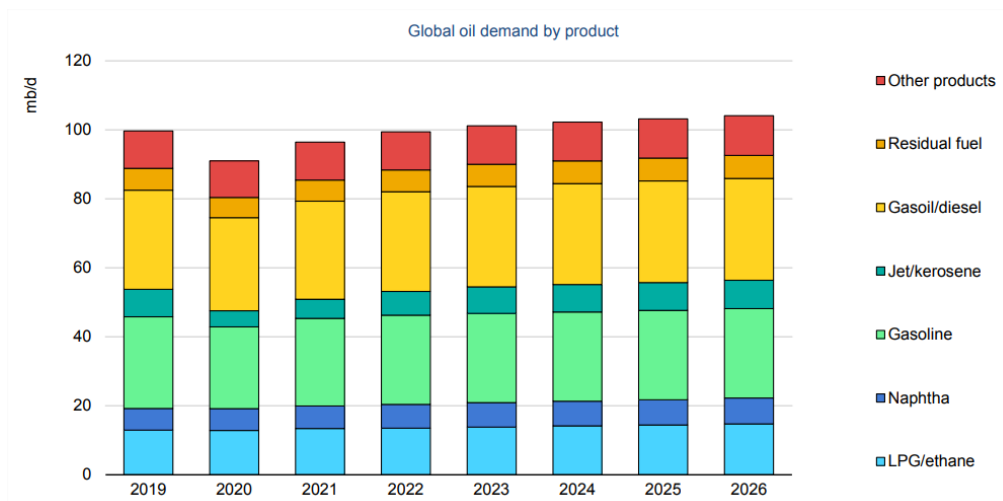


Figura 4.3 - Demanda global de petróleo por produto, observada e projetada, entre 2019 e 2026

Fonte: AIE, Oil 2021. Analysis and forecast to 2026, p. 10

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/1fa45234-bac5-4d89-a532-768960f99d07/Oil_2021-PDF.pdf>

A demanda por carvão continuará aumentando neste decênio

No triênio 2014-2016, o consumo global de carvão diminuiu ligeiramente, o bastante, contudo, para suscitar prognósticos de que o combustível fóssil mais poluente, e o que mais emite GEE por unidade de energia gerada, havia começado ou estaria a ponto de começar sua trajetória de queda. Os fatos sucessivos desmentiram esses prognósticos. Na realidade, *King Coal*, a primeira alavanca da Revolução Industrial, permanece, em pleno capitalismo supostamente *hightech*, a segunda fonte global mais importante de energia primária.⁵³⁸ A Figura 4.4 mostra como a produção de carvão aumentou quase incessantemente no século XXI, atingindo 7.801 Mt em 2019.

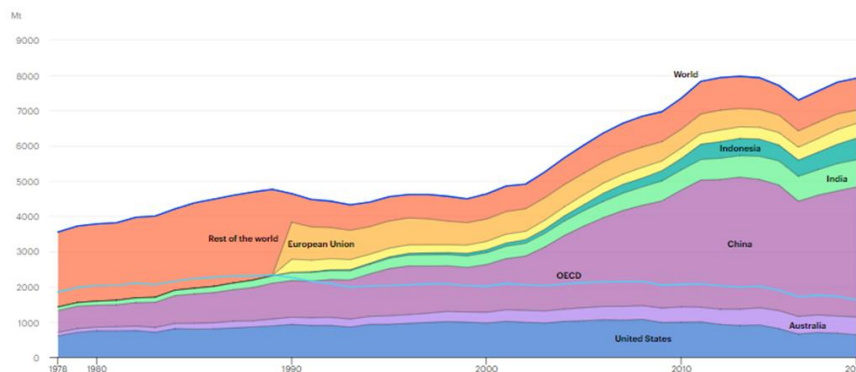


Figura 4.4 - Produção global de carvão mineral entre 1978 e 2020 por países e regiões do mundo, em milhões de toneladas (Mt). Fonte: IEA World total coal production, 1978-2020.

<<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-total-coal-production-1971-2019-provisional>>

O relatório da AIE, *Coal 2021*, mostra que em 2021 o mundo gerou mais eletricidade a partir da queima de carvão do que jamais antes. Após a queda de 4,4% no consumo global por carvão em 2020 (7.456 Mt), por efeito da pandemia da Covid-19, a AIE projetou um aumento de 9% nessa demanda em 2021, o que a levará a exceder a demanda observada em 2019:⁵³⁹

“Os declínios na geração global de energia elétrica a carvão em 2019 e 2020 criaram expectativas de que o uso de carvão poderia ter atingido seu pico em 2018. Mas 2021 frustrou essas esperanças. Com a demanda de eletricidade ultrapassando a oferta de baixo carbono e com o aumento acentuado dos preços do gás natural, a geração global de energia a carvão está em vias de aumentar em 9% em 2021, para 10.350 Terawatts-hora (TWh) – um novo recorde histórico.”

As projeções da AIE, segundo esse relatório, são de que em 2022 o consumo global de carvão ultrapasse o pico de 2013 (7.830 Mt) e atinja 8.031 Mt em 2024, o maior consumo de todos os tempos e mais de 50% acima do consumo global verificado em 2003 (5.300 Mt). Havia em 2020 em operação no mundo mais de quatro mil usinas termelétricas movidas a carvão, com uma capacidade de geração da ordem 2.044 Gigawatts (GW),⁵⁴⁰ responsáveis por um terço das emissões globais de carbono. Em 2021, o número de unidades de geração de energia em operação movidas a carvão diminuiu 0,99%, mas sua capacidade global de geração de energia aumentou, em termos líquidos, em 0,64%.⁵⁴¹

Na China, Índia, Japão e nos 10 países do Sudeste asiático que compõem a ASEAN (Association of the South East Asian Nations) concentram-se cerca de 75% da capacidade instalada e 80% dos investimentos globais em novas usinas termelétricas movidas a carvão.⁵⁴² Apenas na China, que representa mais da metade da demanda de carvão do mundo, a capacidade operacional das usinas termelétricas movidas a carvão era em 2020 da ordem de 1.042 GW⁵⁴³ e havia nesse país em 2021, em fase de construção ou de projeto, termelétricas movidas a carvão capazes de gerar um total suplementar de 247 GW. Em 2020, o governo chinês aprovou a construção de 47 GW de usinas termelétricas a carvão, mais do triplo da capacidade legalmente permitida em 2019.⁵⁴⁴ Em dezembro de 2021 inaugurou-se a primeira de quatro unidades da maior usina termelétrica a carvão em construção na China, a usina de Shangaimiao, na Mongólia interior. Entre 2021 e 2025, a China deve construir outras usinas termelétricas movidas a carvão capazes de gerar outros 150 GW, levando a capacidade instalada total a 1230 GW.⁵⁴⁵ Na Indonésia, Vietnã, Filipinas e Tailândia estão em fase de projeto ou de construção mais 71 GW gerados por usinas movidas a carvão; no Japão, mais 8 GW. É preciso lembrar que cada nova usina termelétrica, inclusive as movidas a carvão, implica emissões de GEE por ao menos 40 anos.

As três figuras acima (4.2, 4.3 e 4.4) mostram que a curva do consumo global de combustíveis fósseis não apenas continua crescendo, mas não dá indícios de estar na iminência de se estabilizar. A dependência dos combustíveis fósseis para a geração de energia não diminuiu no segundo decênio do século. Em 2010, 81% da demanda global por energia primária era satisfeita pelos combustíveis fósseis; em 2015, essa porcentagem mantinha-se em 82% e em 2019 essa dependência baixou para... 80%, como mostra a Figura 4.5

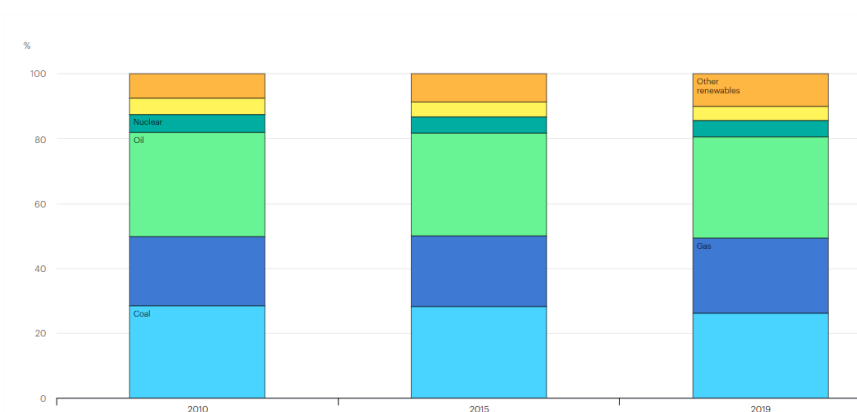


Figura 4.5 - Participação percentual das diversas fontes na satisfação da demanda global por energia primária entre 2010 e 2019. De baixo para cima: carvão, gás, petróleo, nuclear, uso tradicional de biomassa e outras energias renováveis. Fonte: IEA, "Share of total primary energy demand by fuel, 2010-2019", 30/IV/2020. <<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-total-primary-energy-demand-by-fuel-2010-2019>>

É fato que o consumo de energias renováveis de baixo carbono está aumentando a taxas maiores que as do consumo dos combustíveis fósseis. Mas isso é irrelevante para a evolução do clima. O que importa para essa evolução é a quantidade de GEE concentrada na atmosfera. Ao contrário dos humanos, o sistema climático não se impressiona com porcentagens. Se, no

futuro, no limite 90% da energia global for gerada por fontes de baixo carbono, mas os 10% restantes, oriundos ainda de combustíveis fósseis, significarem valores absolutos iguais aos atuais, esses 10% continuarão a desequilibrar o sistema climático. Eis, portanto, em conclusão, os dois únicos fatos relevantes para o clima neste decênio:

1. as energias renováveis de baixo carbono (sobretudo solar e eólica), embora cada vez mais baratas, não estão substituindo os combustíveis fósseis, que se beneficiam de imensos subsídios de parte dos Estados. Dados os investimentos públicos e privados já realizados em toda a cadeia de produção e consumo de combustíveis fósseis, seu consumo deve continuar crescendo, com toda a probabilidade ao menos ao longo deste decênio, quaisquer que sejam as proezas tecnológicas para substituí-los, com as quais muitos ainda contam para embalar suas ilusões;

2. longe de anunciar uma transição energética e uma nova era de energias “limpas”, o aumento da capacidade instalada e dos investimentos em energias renováveis de baixo carbono está apenas satisfazendo a voracidade energética insaciável da economia capitalista globalizada. Enquanto essa economia da voracidade e da acumulação não for substituída por uma economia de radical sobriedade energética, não há esperança de substituição das energias fósseis pelas renováveis de baixo carbono. Nenhuma evidência autoriza os que, como Simon Evans, do Carbon Brief, continuam repetindo o mantra de que “estamos nos aproximando do ponto em que as renováveis vão genuinamente diminuir o consumo dos combustíveis fósseis”.⁵⁴⁶ Isso pode ser verdade se, e somente se, situarmos esse ponto num momento ainda indiscernível do futuro. Mas será, então, tarde demais para conter o aquecimento global e demais perturbações a ele associadas em níveis compatíveis com qualquer forma de sociedade organizada. Afirmações como a de Simon Evans não auxiliam a compreensão do que significa o termo emergência climática. Antônio Guterres, secretário-geral da ONU, resumiu essas ilusões numa frase lapidar: “enganamos a nós próprios se pensamos que podemos enganar a natureza”.⁵⁴⁷

4.2 O setor financeiro e os Estados-Corporações

A Agência Internacional de Energia (AIE) liquidou os últimos vestígios de credibilidade da fábula da transição energética, ao lançar seu relatório *Net Zero by 2050*. Suas projeções vão até 2030 e 2050 e sua mensagem central é simples: “não há necessidade de investimentos em nova oferta de combustíveis fósseis em nossa trajetória para zero emissões líquidas de carbono” [em 2050].⁵⁴⁸ Isso significa que qualquer investimento suplementar em energia fóssil hoje impede conter o aquecimento médio global entre 1,5°C e 2°C. Em março de 2022, essa conclusão foi reforçada com muito maior precisão e sistematicidade por Dan Calverley e Kevin Anderson num relatório publicado pelo Tyndall Centre for Climate Change Research, da University of Manchester, por encomenda do International Institute for Sustainable Development. Intitulado “Trajetórias de eliminação progressiva da produção de combustíveis fósseis dentro dos orçamentos de carbono compatíveis com o Acordo de Paris” (*Phaseout Pathways for Fossil Fuel Production within Paris-compliant carbon budgets*), o relatório reafirma e quantifica mais precisamente – em conformidade com o princípio consagrado pela ONU de responsabilidades comuns, mas diferenciadas entre as nações – as mensagens centrais da ciência e do último relatório do IPCC:

1. Para manter uma chance de 50% de não exceder um aquecimento médio global de 1,5°C acima do período pré-industrial (1,5°C - 2°C), é preciso descontinuar urgentemente a produção de carvão. No âmbito do princípio da justiça climática, é preciso que os países ricos diminuam essa produção em 50% nos próximos 5 anos e a zerem até 2030. Os países pobres devem diminuir-na em 50% nos próximos 10 anos e zerá-la até 2040.

2. O grupo de países mais ricos deve diminuir sua produção de petróleo e gás em 74% até 2030 e zerá-la até 2034. Os países de renda média devem diminuir essa produção em 28% até 2030 e zerá-la até 2043. Para os países mais pobres, uma redução de 14% nessa produção deve ocorrer até 2030 e sua descontinuação deve estar completada até 2050.

3. Em acordo com o IPCC (2022) e com o acima citado relatório da AIE (2021), manter uma probabilidade de 50% de não ultrapassar 1,5°C requer investimento zero no desenvolvimento de “novas instalações de qualquer tipo, seja em minas de carvão, poços de petróleo ou terminais de gás natural. Essa conclusão desafiadora se aplica a todas as nações, independentemente de seu nível de desenvolvimento”.⁵⁴⁹

4. Embora os países mais pobres disponham de mais tempo para descontinuar sua produção de combustíveis fósseis, muitos deles serão afetados por perdas de receitas, com risco associado de instabilidade política. Uma transição energética equitativa exigirá, assim sendo, que as nações ricas façam transferências financeiras substanciais e contínuas para as nações mais pobres para facilitar seu desenvolvimento à base de energias de baixo carbono.⁵⁵⁰

Nada pode ser mais distante desse cenário do que a dura realidade dos investimentos atuais em combustíveis fósseis. Entre o Acordo de Paris e 2020, o World Bank investiu mais de US\$ 12 bilhões em combustíveis fósseis, dos quais US\$ 10,5 bilhões em financiamento de novos projetos.⁵⁵¹ Entre 2016 e 2021, os 60 maiores bancos privados do mundo canalizaram para a indústria de combustíveis fósseis recursos no singelo valor de US\$ 4,6 trilhões, como mostrou a 13ª edição do relatório anual *Banking on Climate Chaos*.⁵⁵² Essas transferências de recursos aumentaram ano a ano, e mesmo os financiamentos de 2020 e 2021, malgrado a pandemia da Covid-19, foram superiores aos de 2016 e de 2017, conforme mostra a Tabela 4.1:

Tabela 4.1 – Financiamentos da indústria de combustíveis fósseis pelos 60 maiores bancos do mundo entre 2016 e 2020 (em bilhões de dólares)

| 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 709,2 | 740,4 | 780,9 | 823,6 | 750,7 | 742 |

Fonte: *Banking on Climate Chaos. Fossil Fuel Finance Report, 2022*

<https://www.bankingonclimatechaos.org/wp-content/themes/bocc-2021/inc/bcc-data-2022/BOCC_2022_vSPREAD.pdf>.

“Apenas quatro bancos norte-americanos – JPMorgan Chase, Citi, Wells Fargo e Bank of America – respondem por um quarto de todos os financiamentos à indústria de combustíveis fósseis nos últimos seis anos”, afirma o relatório.⁵⁵³ Apenas em 2021, esses 60 bancos canalizaram US\$ 185,5 bilhões para as 100 maiores corporações que mais investiram nessa indústria, tais como a Saudi Aramco e a ExxonMobil. Eis um sumário dos dados levantados por esse relatório, relativos aos dados de 2021:

- o financiamento da indústria de extração de petróleo de areias betuminosas aumentou 51% em 2021 em relação a 2020, atingindo US\$ 23,3 bilhões;
- a extração de petróleo e gás *offshore* recebeu desses bancos US\$ 52,9 bilhões em 2021;
- o financiamento do *fracking* atingiu US\$ 62,1 bilhões;
- o financiamento da indústria de carvão ficou essencialmente estável nos últimos três anos, em cerca de US\$ 44 bilhões, sendo que o China Merchants Bank e o Ping An Group lideraram o financiamento para o setor no ano passado.

O Ártico, ecossistema tão rico, frágil e vulnerável quanto abundante em combustíveis fósseis, recebeu recursos da ordem de US\$ 8,2 bilhões em 2021. A região está atraindo sempre mais investimentos e subscrições de bancos e seguradoras, além de gestores de ativos (*Assets under*

management), tais como BlackRock, Vanguard e Crédit Agricole (via Amundi). O Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) elenca, hoje, 599 localidades com potencial para a produção de petróleo e gás listados nessa região. Desse total, 220 sítios, contendo 130 bilhões de barris de petróleo equivalente (BOE), já estão sendo explorados em 2021, 25 dos quais em águas profundas, com alto risco de desastres ambientais. Esses 220 sítios já operacionais produziram 4 bilhões de barris de petróleo apenas em 2020 e emitiram 1,3 GtCO₂e, ou seja, mais que as emissões do Japão em 2018. Outros 39 sítios, contendo potencialmente 147 bilhões de BOE, encontram-se em fase de estudos e planejamento e há ainda 338 sítios, contendo 266 bilhões de BOE, que podem vir a ser explorados com a tecnologia atual, o que representaria 15% do aumento global previsto da produção de petróleo até 2030. O relatório da ONG francesa Reclaim Finance, que inventaria e denuncia a atividade da indústria e do setor financeiro na exploração de combustíveis fósseis no Ártico, mostra que as perspectivas econômicas de expansão dessa exploração são excepcionais:⁵⁵⁴ 20% de crescimento da produção entre 2022 e 2026, com grandes lucros para as corporações envolvidas, as “expansionistas do Ártico”, como as chama a Reclaim Finance. A mais importante dessas corporações expansionistas é a Gazprom, reestatizada por Vladimir Putin em 2000, com 74% de suas reservas de petróleo e gás natural localizadas no Ártico. Mas o setor financeiro público e privado é, como sempre, o nervo da guerra, no caso a guerra de extermínio da vida planetária. Os números são eloquentes:⁵⁵⁵

“De 2016 a 2020, os bancos comerciais canalizaram US\$ 314 bilhões para os expansionistas do Ártico em empréstimos e subscrições. Até março de 2021, os investidores detinham cerca de US\$ 272 bilhões nessas mesmas empresas em ações e títulos. (...) 80% de todos os empréstimos e subscrições para os expansionistas do Ártico provieram de apenas 30 bancos”.

Como será examinado em detalhe no capítulo 7, observa-se no Ártico, que já se aquece quatro vezes mais rapidamente do que a média global,⁵⁵⁶ um dos mais destrutivos círculos viciosos ou alças de retroalimentação do aquecimento. O rápido degelo em curso em toda essa região, causado em grande parte pela queima de combustíveis fósseis, acelera o aquecimento, pois quanto menos gelo na região, mais fácil se torna a exploração de suas jazidas de petróleo e gás natural e mais fácil também, sua exportação. O círculo vicioso é impulsionado também pelo fato de que o gelo é escurecido pela fuligem emitida por essa exploração, o que aumenta a absorção da radiação solar na região (diminuição do albedo), acelerando ainda mais o degelo e, portanto, o aquecimento. Além disso, como se verá melhor também no capítulo 7, o derretimento do *permafrost* acelera a metabolização do material orgânico pela atividade bacteriana anaeróbica, o que engendra a liberação de quantidades crescentes de metano, um poderosíssimo GEE, responsável já por 20% a 30% do aquecimento global.⁵⁵⁷

A parte que cabe ao carvão no setor financeiro

Entre 2007 e 2015, isto é, até o Acordo de Paris, os países do G20 financiaram projetos em países não pertencentes a esse grupo das maiores economias do planeta no valor de US\$ 76 bilhões, sendo que a maior parte desse total (US\$ 62 bilhões) proveio de quatro países: China, Japão, Alemanha e Coreia do Sul.⁵⁵⁸ Nos seis anos após o Acordo de Paris, nada mudou. Em maio de 2021, enfim, o G7 declarou que, a partir de 2022, não irá mais financiar projetos internacionais de usinas termelétricas movidas a carvão. Em setembro, Xi Jinping declarou que o governo chinês não mais financiará projetos similares *fora* de seu território. Essas são declarações positivas, que aguardam confirmação pelos fatos. Em todo o caso, os financiamentos já contratados são de longo prazo e, no caso da China, representam 40% dos US\$ 42 bilhões comprometidos com o carvão, entre 2013 e 2019, em 18 países definidos por um estudo recente como de alto impacto (HIC), dado seu déficit em eletrificação: Bangladesh, Paquistão, Índia, Angola, Burkina Faso, Chade, República Democrática do Congo, Etiópia, Quênia, Madagascar, Malawi, Moçambique, Níger, Nigéria, Sudão, Sudão do Sul, Uganda e Tanzânia.⁵⁵⁹

Isso posto, entre 2016 e 2020, o carvão foi muito bem aquinhado por investimentos de parte do setor financeiro, conforme informações de uma coalizão de ONGs, publicadas em fevereiro de 2021. Globalmente, os bancos comerciais canalizaram mais recursos (em empréstimos e subscrições⁵⁶⁰) para o carvão em 2020 (US\$ 543 bilhões até outubro desse ano) do que em 2016 (US\$ 491 bilhões), um aumento de 11% desde que o Acordo de Paris entrou em vigência, como mostra a Figura 4.6.

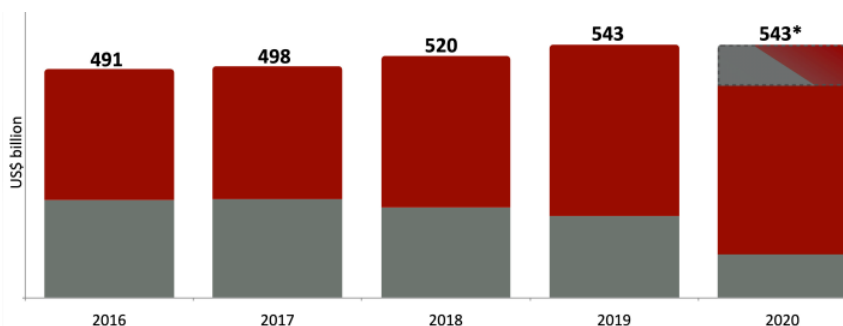


Figura 4.6 - Empréstimos bancários e subscrições por bancos comerciais para a indústria do carvão entre 2016 e 2020 em bilhões de dólares. A parte de baixo de cada coluna representa os empréstimos e a parte de cima, as subscrições. *Dados até outubro de 2020, com extrapolação até dezembro. Fonte: Urgewald, Reclaim Finance, Rainforest Action Network, 350.org Japan e 25 ONGs parceiras, “Groundbreaking Research Reveals the Financiers of the Coal Industry”. Fevereiro de 2021

https://coalexit.org/sites/default/files/download_public/Financing%20GCEL%202020_Press%20Release_urgewald.pdf.

Em janeiro de 2021, 4.488 investidores institucionais estavam colocando globalmente recursos da ordem de US\$ 1,03 trilhão em companhias operando ao longo das cadeias de valor do carvão térmico.⁵⁶¹ Em 2018, a Rússia produziu 439 milhões de toneladas (Mt) de carvão e o futuro não traz más notícias para essa indústria, pois os diversos cenários de produção em 2035 oscilam entre 383 e 703 Mt.⁵⁶² A Joint-Stock Company Siberian Coal Energy Company (JSC SUEK), fundada em 2001 e hoje a maior corporação de mineração de carvão da Rússia, ostenta uma produção de mais de 100 Mt de carvão por ano e tem planos para um incremento de 25 Mt adicionais na região de Kuzbass (Sudoeste da Sibéria). Em 2021, seu CEO, Stepan Solzhenitsyn (filho do escritor Aleksander Solzhenitsyn), mandatou nove bancos, três ocidentais, um chinês e cinco russos, para, na qualidade de Joint Lead Managers e Joint Bookrunners, oferecer títulos em dólares, com vencimento em 5 anos, de modo a alavancar essa expansão, incluindo maior capacitação de seus portos de exportação.⁵⁶³ Se os bancos ocidentais se dissociarem dessa iniciativa por causa da guerra da Ucrânia, isso só deixará mais espaço para os bancos russos e o banco chinês pois países como a Índia e a própria China, grandes importadores de carvão, não estão se distanciando da indústria russa de combustíveis fósseis.

Os Estados-Corporações

No esforço conjunto da humanidade de diminuir seus riscos existenciais, aos Estados competiria, entre outros deveres, impor aos mercados uma nova política energética, incluindo investimentos sustentados em energias de baixo carbono, eletrificação dos transportes, um novo perfil tributário, cobrança de impostos crescentes sobre as emissões de GEE, barreiras comerciais aos países mais emissores, legislação específica sobre o setor financeiro, proibindo subscrições e financiamentos aos combustíveis fósseis etc. Na realidade, os Estados jamais estiveram tão longe de suas responsabilidades. Em 1988, os 340 participantes de 46 países presentes na Conferência de Toronto sobre as Mudanças Climáticas subscreveram a proposta de reduzir em 20% as emissões globais de CO₂ até 2005 e de 50% sucessivamente. Desde então, essas emissões aumentaram incessantemente. Passados mais de três décadas, uma constatação

se impõe: quando se trata da indústria de combustíveis fósseis, não há diferença entre bancos e Estados nacionais no quesito irresponsabilidade criminosa.

Os subsídios constituem um aspecto agudo da cumplicidade dos Estados com as corporações dos combustíveis fósseis. Em 2009, na Cúpula de Pittsburgh, os governos do G20 subscreveram as seguintes 24ª e 25ª Resoluções:⁵⁶⁴

“24. Eliminar e racionalizar a médio prazo os subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis, fornecendo ao mesmo tempo apoio aos mais pobres. Subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis incentivam o consumo supérfluo, reduzem nossa segurança energética, impedem o investimento em fontes de energia limpa e minam os esforços para lidar com a ameaça da mudança climática.

25. Pedimos aos nossos Ministros de Energia e Finanças que nos relatem suas estratégias de implementação e cronogramas para cumprir esse compromisso crítico em nossa próxima reunião”.

Os progressos na eliminação dos subsídios diretos e indiretos desde 2009 foram pífios ou nulos, de modo que qualquer declaração de intenções sobre a transição energética de parte desses países tem por destinatários apenas os que amam ser enganados. De fato, um estudo de 2020 quantificou em mais de meio trilhão de dólares os subsídios *diretos* fornecidos por esses governos na média anual do triênio 2017-2019.⁵⁶⁵

“Em média, por ano em 2017, 2018 e 2019, os governos do G20 subsidiaram em pelo menos US\$ 584 bilhões os combustíveis fósseis no país e no exterior. Esse total consistiu em US\$ 25 bilhões em transferências orçamentárias diretas (4%), US\$ 79 bilhões em despesas tributárias (14%), US\$ 172 bilhões em suporte de preços (29%), US\$ 51 bilhões em finanças públicas (9%) e US\$ 257 bilhões em investimento nas empresas estatais de combustíveis fósseis (44%)”.

No intervalo de apenas 12 meses, entre 2020 e 2021, os governos do G20 comprometeram recursos públicos no valor de USD 297,28 bilhões para a manutenção e acréscimo da matriz energética fóssil, significativamente mais do que os recursos canalizados para as energias “limpas” (US\$ 234,36 bilhões).⁵⁶⁶ Enfim, segundo o FMI, “os subsídios globais aos combustíveis fósseis (diretos e indiretos) foram de US\$ 5,9 trilhões em 2020 ou cerca de 6,8% do PIB mundial, e se projeta que aumentem para 7,4% do PIB mundial em 2025.”⁵⁶⁷

Muitas e complexas são as causas da conivência dos Estados com a indústria de combustíveis fósseis, mas a primeira delas é simples: os Estados são os grandes proprietários das reservas provadas de combustíveis fósseis existentes na crosta terrestre. Através de empresas estatais,⁵⁶⁸ eles controlam a exploração desses combustíveis, além de serem fortemente dependentes das receitas geradas por essa exploração. É o que já em 2010 Ian Bremmer relatava num famoso artigo do *Wall Street Journal*:⁵⁶⁹

“As 13 maiores companhias de energia da Terra, medidas pelas reservas que controlam, são hoje de propriedade dos Estados e são por eles operadas. Saudi Aramco, Gazprom (Rússia), China National Petroleum Corp., National Iranian Oil Co., Petróleos de Venezuela, Petrobras (Brasil) e Petronas (Malásia) são todas maiores do que a ExxonMobil, a maior das multinacionais [em energia]. Coletivamente, as multinacionais de petróleo exploram apenas 10% das reservas mundiais de petróleo e gás natural. As companhias estatais controlam agora mais de 75% de toda a produção de petróleo.”

Essas proporções evocadas por Ian Bremmer podem variar no tempo e segundo os diferentes critérios adotados. Por exemplo, se a data for 2019 e se o critério adotado for a receita (e não reservas), quatro das cinco maiores companhias de petróleo e gás do mundo são estatais (Sinopec, CNPC, PetroChina e Saudi Aramco) e somam receitas de mais de USD 1,5 trilhão.⁵⁷⁰ Se o critério for volume de produção, das dez maiores companhias de petróleo do mundo, oito são

estatais (Saudi Aramco, Rosneft, KPC, NIOC, CNPC, Petrobras, ADNOC e Pemex) e produzem mais de 30 milhões de barris de petróleo por dia, cerca de um terço da produção global em 2018.⁵⁷¹ Os diferentes critérios de avaliação não alteram, contudo, a centralidade das corporações estatais no sistema energético global, razão pela qual é preciso entender muitos dos Estados nacionais, inclusive o brasileiro, como Estados-Corporações.⁵⁷² Richard Heede, do Climate Accountability Institute, mostrou que entre 1965 e 2017, as 20 maiores corporações de combustíveis fósseis contribuíram com 480 GtCO₂e ou 35% das emissões das mais de 1.354 bilhões de toneladas de CO₂ e metano (CH₄) diretamente relacionadas à produção de energia. E as 12 estatais desse setor contribuíram com 262,7 GtCO₂e ou 54,6% das emissões desse grupo das 20 *Majors*, conforme discriminado na Figura 4.7

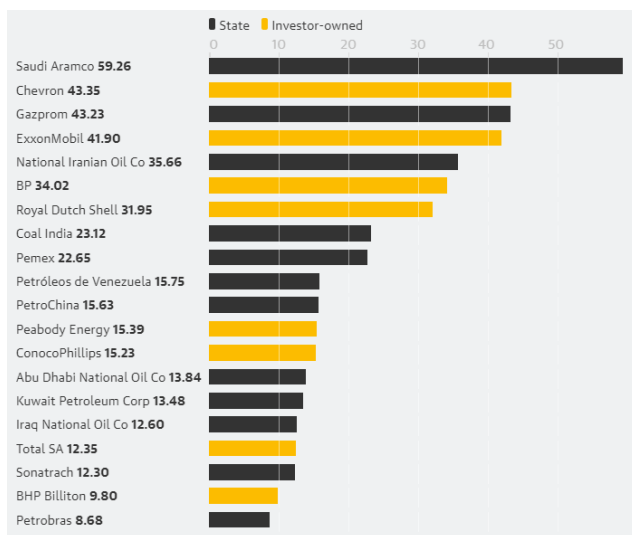


Figura 4.7 - As 20 companhias que contribuíram com 480 GtCO₂e ou 35% das emissões globais de 1.354 bilhões de CO₂ e metano entre 1965 e 2012, 12 das quais estatais, com suas respectivas contribuições. Fonte: Matthew Taylor & Jonathan Watts, “Revealed: the 20 firms behind a third of all carbon emissions”. *The Guardian*, 9/X/2019, baseado em Richard Heede, *Carbon Majors: Updating activity data, adding entities, & calculating emissions: A Training Manual*, Climate Accountability Institute, Snowmass, Colorado, Setembro de 2019.

Segundo um relatório de 2021, essas estatais têm projetos em *upstream investments* (investimentos a montante da extração) de quase US\$ 2 trilhões ao longo desta terceira década do século.⁵⁷³ Além desses investimentos, os Estados detêm, apenas em reservas de petróleo, ativos da ordem de US\$ 3 trilhões.

Não por acaso, portanto, malgrado sua retórica e promessas, os Estados não apenas não estão liderando a transição energética, mas estão apostando em seu retardamento para perder o menos possível de seus ativos.⁵⁷⁴ Mesmo quando os Estados não detêm, eles próprios, esses ativos, como é o caso dos EUA, seus legisladores colocam, nominalmente ou através de suas famílias, parte importante de seus ativos financeiros na indústria de combustíveis fósseis. Em 2021, dos 435 deputados da Câmara (House of Representatives) dos EUA, ao menos 100 deputados possuíam investimentos em combustíveis fósseis, e os Senadores eram proprietários de US\$ 14 milhões em ações dessa indústria.⁵⁷⁵ Como afirma Fiona Harvey, tanto quanto as multinacionais privadas, das quais os governantes são investidores, as corporações estatais “têm nosso clima em suas mãos”.⁵⁷⁶ Como se verá nos três próximos capítulos, se seus planos de investimentos forem efetivados nos próximos anos, as emissões de CO₂ e metano lançados à atmosfera pela queima desses combustíveis vão estourar até 2025 o orçamento carbono ainda disponível para manter uma chance razoável de conter o aquecimento médio global em níveis não catastróficos (vale dizer, até 2°C).

A transição energética para fora de nossa civilização termo-fóssil impõe, portanto, uma luta política da sociedade pelo controle das decisões relativas aos investimentos das corporações, mas não menos pelo controle dos investimentos estratégicos dos Estados nacionais. E esse controle das decisões nacionais só poderá ser conquistado através do controle social e radicalmente democratizado do poder do Estado, em particular no que se refere às decisões sobre investimentos estratégicos em energia e alimentação.

4.3 A escalada das emissões de GEE e a baixa confiabilidade dos inventários nacionais

A expansão observada e projetada neste decênio da indústria de combustíveis fósseis e o consequente aumento de seu consumo implicam um correlativo aumento das emissões antropogênicas da GEE. O Sexto Relatório do IPCC (AR6 WG III 2022) afirma: “as emissões antropogênicas líquidas de GEE foram de $59 \pm 6,6$ GtCO₂-eq em 2019, cerca de 12% (6,5 GtCO₂-eq) mais altas do que em 2010 e 54% (21 GtCO₂-eq) mais altas do que em 1990”.⁵⁷⁷ O relatório de dezembro de 2020 do PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, segundo dados do EDGAR (Emission Database for Global Atmospheric Research), afirma, de seu lado, que:⁵⁷⁸

“As emissões globais de GEE em 2019 atingiram 57,4 GtCO₂e [bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente⁵⁷⁹], quando incluídas as emissões causadas pelas mudanças no uso do solo (estimadas com muita incerteza em 5 GtCO₂e +/-50%), o que representa um aumento de 70% em relação a 2018.”

A Figura 4.8 mostra a evolução das emissões globais, oficialmente relatadas, desde 1990 por tipo de gás e por fonte de atividade econômica.

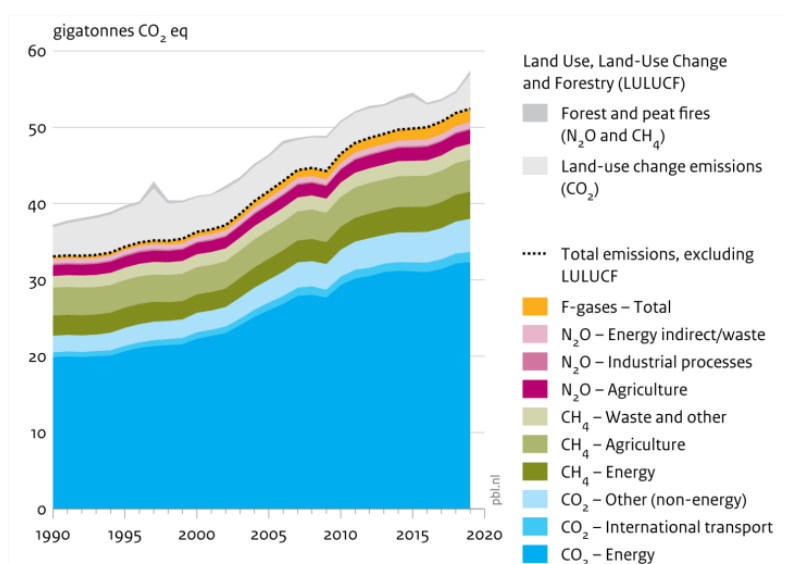


Figura 4.8 - Emissões globais de GEE entre 1990 e 2019, por tipo de gás (CO₂, CH₄, N₂O e gases fluorados) e por fontes de emissões (energia, transporte, agropecuária, processos industriais, uso do solo, mudança do uso do solo e indústria madeireira). Fonte: J.G.J. Olivier & J.A.H.W. Peters, “Trends in Global CO₂ and Total Greenhouse Gas Emissions 2020 Report”. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 20/XII/2020, p. 17.

Em 2019, sempre segundo o PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, “o crescimento das emissões totais dos GEE (excetuadas as emissões derivadas das mudanças de uso do solo) continuaram a crescer à taxa de 1,1% ($\pm 0,1\%$)”. Trata-se de uma taxa de crescimento não inferior à do passado recente, pois “as emissões globais aumentaram à taxa média de 1,1% ao ano entre 2012 e 2019”. Além disso, em 2019, as emissões de GEE estavam cerca de 59% mais altas do que em 1990 e 44% mais altas do que em 2000, em todos os casos

precedentes sem contar as emissões decorrentes da mudança de uso de solo, sobretudo desmatamento.⁵⁸⁰

Qual é o nível de confiabilidade dos inventários nacionais de emissões de GEE reportados pelas Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC)? A questão se impõe. O Brasil e outros países reportam à ONU (UNFCCC) suas emissões líquidas de GEE, isto é, as emissões restantes, uma vez subtraído o montante desses gases, em especial o CO₂ absorvido pelas florestas e pelas plantas em geral em sua fotossíntese. Essa metodologia é lícita nos termos da UNFCCC, mas é cada vez mais falsa, pois está baseada em cálculos defasados sobre a capacidade das florestas de funcionarem como sumidouros de CO₂. Como visto no capítulo 3 (seção 3.7 Degradação e fragmentação do tecido florestal e Figura 3.7), as emissões oriundas da mudança de uso de solo (principalmente desmatamento) não contabilizam no caso da Amazônia as emissões provenientes da degradação florestal (fragmentação, desmatamento seletivo, incêndios, efeitos de borda etc.). Se contabilizadas, as emissões totais de GEE do Brasil, ao menos as originadas da Amazônia, seriam cerca do dobro das emissões relatadas oficialmente.⁵⁸¹ Ocorre que, como visto ainda no capítulo precedente, as florestas têm absorvido menos CO₂ do que anteriormente, tornaram-se por vezes neutras ou mesmo fontes de CO₂, dada sua menor produtividade primária líquida (NPP) e sua maior mortalidade. E não é apenas o caso da Amazônia. A Malásia, por exemplo, emitiu 422 milhões de toneladas (Mt) de GEE em 2016, o que a coloca entre os 25 países maiores emissores de GEE do mundo. Mas o país declarou à ONU que suas emissões neste ano foram de apenas 81 Mt, argumentando que suas florestas haviam absorvido grandes quantidades de CO₂.⁵⁸²

Nos países tropicais, essa discrepância entre emissões reportadas e emissões reais seria ainda maior se se incluíssem (ou não se subestimassem) as emissões de GEE, sobretudo metano, originadas, no caso brasileiro, das 158 represas hidrelétricas atualmente em operação ou em construção na bacia hidrográfica amazônica (e há propostas e projetos para mais 351), emissões muito significativas como têm mostrado Philip Fearnside em uma série de trabalhos.⁵⁸³ O autor mostra que as emissões de carbono das represas hidrelétricas brasileiras acabam sendo superiores às das usinas termelétricas, para uma geração equivalente de eletricidade, sendo esse montante muito superior aos números oficialmente admitidos pela Eletrobrás:⁵⁸⁴

“Os reservatórios hidrelétricos do Brasil em 2000 totalizavam 33 mil km², uma área maior que a da Bélgica [30.526 km²]. (...) Infelizmente, a expectativa é que essas represas tenham emissões cumulativas maiores que as da geração de eletricidade por combustíveis fósseis por períodos que podem se estender por várias décadas, tornando-as indefensáveis com base na mitigação do aquecimento global”.

Em um artigo recente, publicado no *The New York Times*, Fearnside inventaria, além disso, os imensos malefícios sociais e ambientais dessas grandes represas, defendidas apenas pela ganância das grandes empreiteiras, associadas à tecnocracia civil-militar entrincheirada no Estado brasileiro desde o golpe de 1964.⁵⁸⁵ No que diz respeito apenas às emissões de carbono, particularmente de metano, associadas a estas represas – emissões, repita-se, não reportadas pelo Brasil e demais países amazônicos à ONU – Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack reportam os seguintes dados, de 2008:⁵⁸⁶

“Até o momento, as emissões totais de cinco hidrelétricas do trópico úmido (Balbina, Tucuruí, Curuá-Una, Samuel e Petit-Saut) foram estimadas através de dados reais e cálculos matemáticos. Dessa maneira, as emissões revelaram-se sempre maiores que as das termelétricas tropicais consideradas, inclusive as que queimam carvão mineral, tido como o combustível fóssil mais poluente. Em Balbina, (...) a emissão de gases-estufa por megawatt-hora (MWh) é cerca de 10 vezes maior que a de uma termelétrica a carvão mineral. Mesmo Tucuruí, com uma das melhores densidades energéticas do país, pode gerar quase duas vezes mais gases-estufa por MWh que uma termoelétrica a carvão”.

Mais recentemente, também Rafael de Almeida e colegas advertem que:⁵⁸⁷

“Cerca de 10% das usinas hidrelétricas do mundo emitem tantos GEE por unidade de energia quanto as usinas convencionais de energia fóssil. Algumas barragens existentes na planície amazônica demonstraram ser até dez vezes mais intensivas em carbono do que as usinas termelétricas movidas a carvão”.

Outra fonte de emissões de GEE nem sempre reportada pelos países são as causadas por incêndios florestais. Em 2017, os incêndios florestais que se estenderam por mais de três meses em Elephant Hill no estado de British Columbia, no Canadá, lançaram na atmosfera cerca de 38 MtCO₂, algo equivalente às emissões médias de 8 milhões de automóveis durante um ano. Essas emissões tampouco foram contabilizadas pelo Canadá, que, a exemplo de outros países, argumenta que não deve reportar emissões de GEE não antropogênicas, isto é, causadas por “perturbações naturais” (*natural disturbances*).⁵⁸⁸ O subterfúgio é de um cinismo exemplar, pois o aumento em frequência e em extensão temporal e espacial desses incêndios é inequivocamente de natureza antropogênica. A envergadura global dessas discrepâncias entre as emissões reportadas pelas Partes da UNFCCC e as emissões antropogênicas reais foi recentemente revelada por um estudo realizado pelo jornal *The Washington Post*, segundo o qual:⁵⁸⁹

“Em todo o mundo, muitos países subnotificam suas emissões de GEE em seus relatórios para as Nações Unidas. (...) Um exame de relatórios de 196 países revela uma gigantesca discrepância entre as emissões de GEE declaradas pelas nações e o que de fato elas estão enviando para a atmosfera. A discrepância varia entre pelo menos 8,5 bilhões a 13,3 bilhões de toneladas por ano de emissões subnotificadas – algo grande o suficiente para mover a agulha sobre o quanto a Terra vai aquecer. O plano para salvar o mundo do pior das mudanças climáticas é baseado em dados. Mas os dados em que o mundo está confiando são inexatos”.

Em outras palavras, o montante real das emissões de GEE não notificadas pelos países à ONU pode ser, no mínimo, maior que as emissões dos EUA (13% das emissões globais de GtCO₂e) e, no máximo, um montante de emissões quase equivalente às da China em 2019, que foram de 14 GtCO₂e (26% das emissões globais), segundo o PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, acima citado.

Qualquer que seja o montante real dessas emissões, o fato indiscutível é que elas continuam globalmente aumentando. O relatório provisório de 2021 da Organização Meteorológica Mundial (OMM) indica que em 2020 a pandemia da Covid-19 provocou uma queda de 5,6% nas emissões globais de CO₂ decorrentes da queima de combustíveis fósseis.⁵⁹⁰ Trata-se, como constata a AIE, do maior declínio anual desde a Segunda Grande Guerra. Mas a pandemia, embora ainda persistente em 2022, foi apenas um acidente de percurso na curva ascendente dessas emissões, pois, segundo a AIE, as emissões globais de CO₂ relacionadas à geração de energia aumentaram 6% em 2021, saltando para 36,3 GtCO₂, seu mais alto nível nos registros históricos:⁵⁹¹

“As emissões aumentaram quase 2,1 Gt em relação aos níveis de 2020. Isso coloca 2021 acima de 2010 como o maior aumento anual nas emissões de CO₂ relacionadas à energia em termos absolutos. (...) As emissões de CO₂ em 2021 aumentaram para cerca de 180 megatoneladas (Mt) acima do nível pré-pandemia de 2019”.

Já em março de 2021, Fatih Birol, diretor-executivo da AIE soou o enésimo alarme:⁵⁹²

“A recuperação das emissões globais de carbono no final do ano passado é um forte aviso de que não se está fazendo o suficiente para acelerar as transições de energia limpa em todo o mundo.

Se os governos não agirem rapidamente com as políticas de energia certas, isso pode colocar em risco a oportunidade histórica mundial de fazer de 2019 o pico definitivo das emissões globais.”

Os últimos 30 anos

Segundo o IPCC (AR6 WG III 2022),⁵⁹³

“As emissões históricas cumulativas de CO₂ entre 1850 e 2019 foram de 2.400 GtCO₂ (alta confiabilidade). Desse total de emissões de CO₂, mais da metade (58%) ocorreu entre 1850 e 1989 [1.400 ±195 GtCO₂], e cerca de 42% entre 1990 e 2019 [1.000 ±90 GtCO₂]. Cerca de 17% das emissões históricas cumulativas líquidas de CO₂ ocorreram entre 2010 e 2019 [410 ±30 GtCO₂]”.

Trabalhando provavelmente com dados menos atualizados que os do IPCC, o site Engaging Data contabiliza emissões históricas cumulativas de “apenas” 1.683 GtCO₂ lançadas na atmosfera entre 1750 e 2020. Mas entre o IPCC e o Engaging Data, a distribuição percentual dessas emissões ao longo do tempo não difere significativamente. Para o Engaging Data, 53% dessas emissões ocorreram após 1990; 40%, após 2000 e 21,1% (354 GtCO₂) apenas no segundo decênio do século XXI, como mostra a Figura 4.9

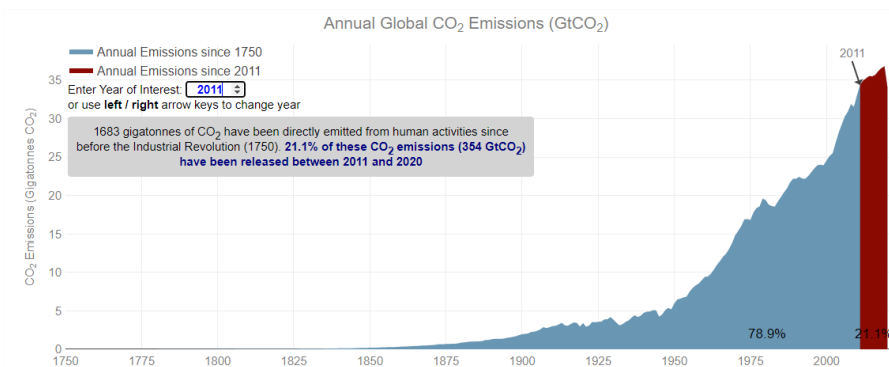


Figura 4.9 - Emissões antropogênicas de CO₂ entre 1750 e 2020, das quais 21,1% ocorreram entre 2011 e 2020.
Fonte: Cumulative CO₂ emissions calculator. Engaging Data <<https://engaging-data.com/cumulative-co2-calculator/>>.

Como se vê, a diferença entre a avaliação do IPCC (2010-2019 = 17%) e do Engaging Data (2011-2020 = 21,1%) é pequena no que se refere à proporção das emissões do segundo decênio do século XXI em relação ao total das emissões antropogênicas totais desde a Revolução Industrial. Em todo o período considerado, pouco menos ou pouco mais de um quinto das emissões antropogênicas de CO₂ ocorreu neste segundo decênio.

4.4 Concentrações atmosféricas de GEE sem precedentes nos últimos 3 milhões de anos

A consequência direta dessa imenso aumento das emissões globais de CO₂ nos últimos 70 anos é a correlativa aceleração da taxa de incremento das concentrações atmosféricas de CO₂ e demais GEE. As concentrações atmosféricas pré-industriais (1750-1800) de CO₂ eram tipicamente de cerca de 280 partes por milhão (ppm). Seu valor médio anual em 2021 foi de aproximadamente 414,3 ppm (segundo a agência Copernicus⁵⁹⁴). Em abril de 2021, elas atingiram um pico de 421,2 ppm, o mais alto nível dessas mensurações iniciadas em Mauna Loa, no Havaí, em 1958.⁵⁹⁵ Trata-se de um aumento de cerca de 52% em apenas dois séculos e meio.⁵⁹⁶ Em 2020, as concentrações atmosféricas de CO₂-equivalente (CO₂e) atingiram 504 ppm, como mostra a Figura 4.10.

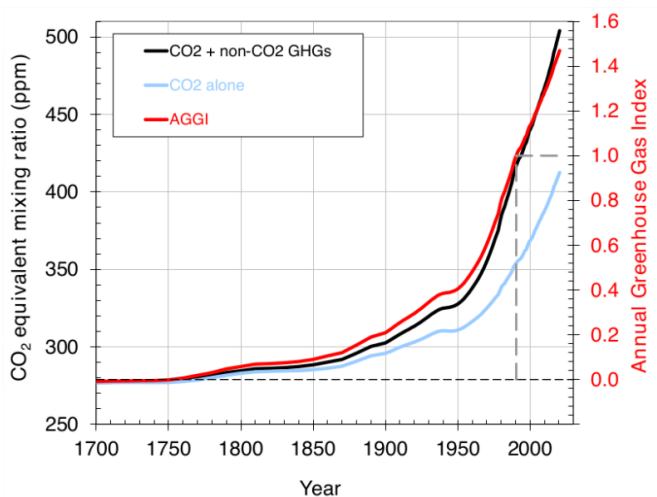


Figura 4.10 - Concentrações atmosféricas de CO₂ e de CO₂-equivalente em partes por milhão (ppm) (eixo vertical esquerdo) e Índice anual dos GEE (AGGI, que mede as mudanças nos forçamentos radiativos) entre 1700 e 2020.
 Fonte: NOAA's Annual Greenhouse Gas Index 2020 (Índice Anual dos GEE da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA/AGGI), Primavera de 2021 <<https://gml.noaa.gov/aggi/aggi.html>>.

Observação: "forçamento radiativo é uma medida da influência que um fator tem na alteração no equilíbrio entre entrada e saída de energia no sistema Terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como um mecanismo potencial de mudança climática" (IPCC AR4, 2007).⁵⁹⁷ O forçamento radiativo é medido em relação às condições prevalentes no período pré-industrial (1700 = nível 0 = 278 ppm) e é expresso em Watts por m² (W/m²).

O Índice AGGI, que mede a taxa de mudança nos forçamentos radiativos, atingiu 1,47, o que significa que a influência dos GEE sobre o aquecimento global aumentou em 47% desde 1990. Foram necessários 240 anos (1750-1990) para que o Índice Anual de GEE (AGGI) aumentasse 100%, mas apenas 30 anos para aumentar outros 47%. A Figura 4.11 mostra a aceleração da taxa de aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ desde 1960.

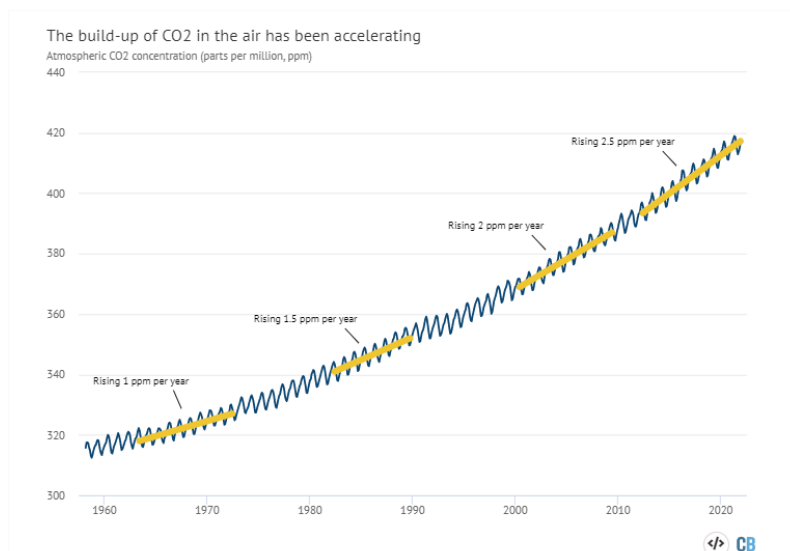


Figura 4.11 - Aumento das concentrações atmosféricas de CO₂ (curva de Keeling) entre 1958 e 2021

Fonte: Richard Betts, Chris Jones, Spencer Liddicoat & Ralph Keeling, "Guest Post: How the Keeling Curve will need to bend to limit global warming to 1.5°C". Carbon Brief, 12/1/2022.
 <<https://www.carbonbrief.org/guest-post-how-the-keeling-curve-will-need-to-bend-to-limit-global-warming-to-1-5c>>

Nos anos 1960, as concentrações atmosféricas de CO₂ aumentaram em média cerca de 1 ppm por ano (0,88 ppm por ano, segundo a NOAA). No primeiro decênio do século XXI, elas aumentaram em média 2 ppm ao ano. No segundo decênio do século XXI (2012-2021), elas aumentaram em média 2,5 ppm/ano. Em 2021, essas concentrações atingiram, como visto, um

pico de 421,2 ppm e um valor médio de 414 ppm. Elas aumentaram, enfim, 2,84 ppm entre janeiro de 2021 (415,15 ppm) e janeiro de 2022 (417,99 ppm).⁵⁹⁸

Desde os anos 1980, combinações entre dados paleoclimáticos sobre a composição química da atmosfera em épocas geológicas passadas e modelos climáticos começaram a aperfeiçoar o conhecimento dos cenários mais plausíveis de aquecimento no século XXI e sucessivamente. Segundo o IPCC (AR6 WG I 2021), “em 2019, as concentrações atmosféricas de CO₂ estavam mais altas do que em qualquer momento ao menos nos últimos 2 milhões de anos (alta confiabilidade)”.⁵⁹⁹ Outras mensurações, entre as quais as propostas pela NOAA⁶⁰⁰ e por Gavin Foster, Dana Royer e Dan Lunt⁶⁰¹ indicam que as concentrações atmosféricas de CO₂ estiveram tão altas apenas no Plioceno (5,33 a 2,58 milhões de anos atrás), quando a temperatura média global estava 2°C a 3°C acima do período pré-industrial (cerca de 10°C mais elevadas no Ártico) e o nível do mar, 15 a 25 metros mais alto do que hoje. A Figura 4.12 mostra a recomposição dessas concentrações atmosféricas de CO₂ nos últimos 423 milhões de anos, bem como os cenários projetados até 2.500

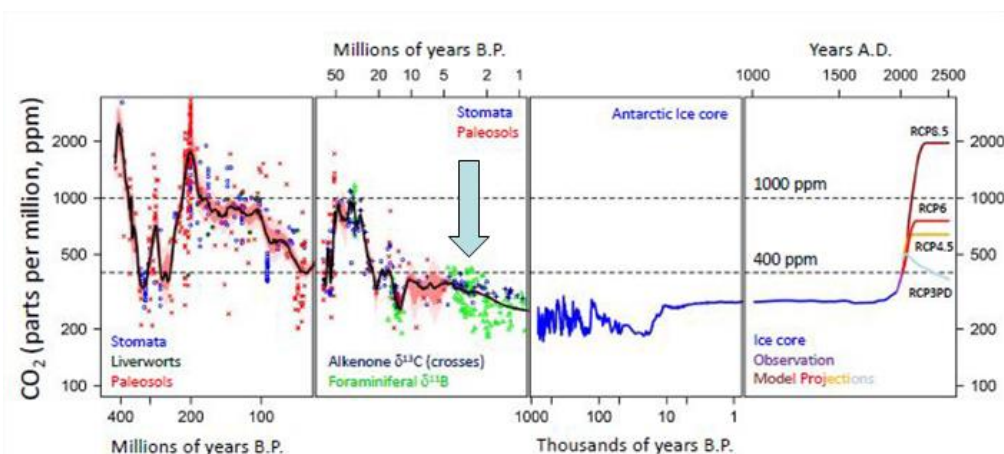


Figura 4.12 - Compilação segundo diversas metodologias de mensurações indiretas (*proxies*) das concentrações atmosféricas de CO₂ nos últimos 423 milhões de anos em partes por milhão (eixo vertical esquerdo), com marcação em 400 ppm e 1000 ppm (linhas horizontais pontilhadas). No eixo vertical direito, projeções dessas concentrações nos próximos séculos até o ano 2.500, segundo as trajetórias definidas pelo IPCC (AR5 2013) como Trajetórias Representativas de Concentrações Atmosféricas de CO₂ (RCP = Representative Concentration Pathways), medidas em Watts por m² em 2100. Na abscissa, a linha retrospectiva do tempo é dada em escala logarítmica (da direita para a esquerda, de séculos a milhões de anos). Fonte: Gavin Foster, Dana Royer & Dan Lunt, “Past and Future CO₂”. *Skeptikal Science*, 1/V/2014. <https://skepticalscience.com/Past-and-Future-CO2.html>

Uma revisão dessas reconstruções dos níveis passados de concentrações atmosféricas de CO₂, no fito de obter indicadores do clima presente e futuro, foi proposta por Alan Haywood e colegas.⁶⁰² Eles detectaram que níveis de CO₂ atmosférico em torno de 400 ppm, típicos do Período Quente do Placenciano Médio, também chamado Período Quente do Plioceno Médio (mid-Pliocene Warm Period – mPWP), 3.264 a 3.025 milhões de anos atrás, correlacionam-se com temperaturas entre 2,7°C e 4°C mais elevadas do que o período pré-industrial e com o nível do mar igualmente cerca de 20 metros mais alto do que em nossos dias. Nos capítulos 5 e 6, voltarei a esses paralelismos entre o século XXI e épocas geológicas passadas para enfatizar a aceleração atual do aquecimento e suas implicações para os níveis já inevitáveis de aquecimento superficial do planeta a curto e longo prazo.

4.5 Conclusão

Junto com a transformação profunda do sistema alimentar globalizado, tal como tratado nos capítulos 2 e 3, a descontinuação da queima de combustíveis fósseis está no coração de uma política de sobrevivência de nossas sociedades. A COP26 trouxe mais uma leva de promessas de

diminuição das emissões de GEE até 2030 e sucessivamente até 2050 ou 2060. Nenhum país estabeleceu metas concretas, contudo, para reduzir *imediatamente* essas emissões e nada permite esperar que essas novas promessas sejam honradas, dado que nenhuma o foi no passado. Como informa um documento da OCDE, “as economias do G20 respondem por cerca de 80% das emissões globais de GEE, com as emissões de CO₂ relacionadas à energia representando cerca de 80% do total de emissões de GEE do G20”.⁶⁰³ Em 2018, no Prefácio ao Relatório especial do IPCC sobre o aquecimento global de 1,5°C, Petteri Talas, secretário-geral da OMM, e Joyce Msuya, diretora do PNUMA, afirmavam que “limitar o aquecimento em 1,5°C é possível segundo as leis da química e da física”.⁶⁰⁴ Em 2022, quantos cientistas continuam a crer que manter o aquecimento nesse limite é ainda possível segundo essas mesmas leis da química e da física? E quantos ainda subscreverão essa afirmação em 2023? Essa impossibilidade se tornará mais evidente ao longo dos próximos dois ou três anos, caso o cenário atual permaneça substancialmente inalterado, o que é mais que provável enquanto as decisões sobre nossa existência e nosso destino permanecerem nas mãos das corporações e dos Estados-corporações. Nos capítulos 6 e 7 serão abordados em detalhe os argumentos e as margens de incerteza nas projeções científicas sobre o montante do aquecimento já inevitável a longo e a curto prazo. A conclusão é que conter o aquecimento médio global em 2°C acima do período pré-industrial no âmbito do sistema econômico vigente já é, com toda a probabilidade, impossível.

Longe de ser um motivo de desânimo e de derrotismo, essa evidência é um chamamento ainda mais imperioso à luta e à mudança social. Como examinado em detalhe na Conclusão do capítulo 6, o que realmente importa para a humanidade e para a vida no planeta não é um número mágico – seja ele 1,5°C, 2°C ou qualquer outro –, mas manter o aquecimento tão baixo quanto ainda possível, pois cada décimo de grau a menos de aquecimento significa maiores chances de adaptação a um futuro que trará, inevitavelmente, mais sofrimento e mais mortes em consequência da desregulação do sistema climático. É fundamental entender, além disso, que a dificuldade maior de conter o aquecimento nos limites ainda possíveis para nossa adaptação não vem da química e da física, mas do modo elementar de funcionamento de nossas sociedades. A boa notícia, portanto, é que, se o problema reside no modo como nossas sociedades se organizam (e não em um meteoro, como há 66 milhões de anos), a solução está em nossas mãos. Construí-la politicamente é algo de imensa dificuldade, e é por certo o maior desafio já enfrentado por nossa espécie. Trata-se, entretanto, de um desafio, não de uma impossibilidade.

5. A aceleração do aquecimento

“A extensão e a magnitude dos impactos das mudanças climáticas são maiores do que as estimadas em avaliações anteriores (alta confiabilidade)”.

IPCC, Sexto Relatório de Avaliação, WG II, 2022⁶⁰⁵

“O grande Robert Hunter, já falecido, previu em seu livro, Thermageddon, de 2002, uma escalada de consequências ambientais até 2030. Era excessivamente otimista. Estamos vendo essa escalada uma década inteira antes do que ele previu”.

Paul Watson (2021)⁶⁰⁶

A par de sua variabilidade natural, o sistema climático apresenta uma forte estabilidade e inércia, sobretudo devido à imensa energia requerida para alterar a temperatura média dos oceanos e, portanto, à maior lentidão com que eles se aquecem. Assim sendo, durante o Quaternário (os últimos cerca de 2,5 milhões de anos), mudanças relevantes no estado do sistema climático planetário, tais como os ciclos glaciais e interglaciais, só podiam ser observadas na perspectiva de muitos séculos ou milênios. Nos últimos 50 anos, contudo, alterações estruturais nesse sistema têm sido verificadas na escala de decênios. O sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6 WG I), de 2021, afirma, reiterando a Organização Meteorológica Mundial (OMM), que “cada uma das últimas quatro décadas foi sucessivamente mais quente do que qualquer década precedente desde 1850”.⁶⁰⁷ Em conformidade com essa tendência, a OMM, que desde 1993 realiza anualmente o relatório *Estado do Clima Global*, afirma também em seu relatório de 2021 que “as taxas de aquecimento dos oceanos mostram um aumento particularmente forte nas duas últimas décadas” e que “a perda de massa dos glaciares da América do Norte acelerou-se ao longo das duas últimas décadas”.⁶⁰⁸

Mensurações convergentes realizadas independentemente por seis agências internacionais mostram que a engrenagem que leva à emergência climática, brevemente analisada no capítulo precedente, entrou inequivocamente em aceleração desde os anos 1970. Essas mensurações indicam que o aquecimento médio global superficial, terrestre e marítimo combinados, superou em meados do segundo decênio a marca de 1°C acima do período pré-industrial e continua sua curva ascendente, tal como ilustrado na Figura 5.1.

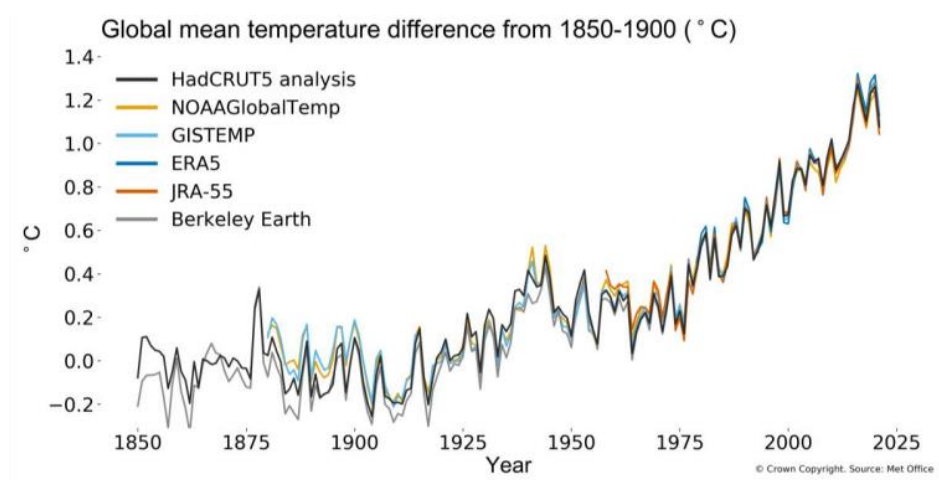


Figura 5.1 - Temperatura média global no período 1850-2020 em relação ao período 1850-1900, segundo as seguintes agências: Met Office Hadley Centre (HadCRUT analysis); NOAA (NOAAGlobalTemp); NASA (GISTEMP); Copernicus Climate Change Service (ERA5) e Japan Meteorological Agency (JRA-55) e Berkeley Earth

Fonte: *State of the Global Climate 2021*, WMO Provisional Report

<https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10859>

Segundo a OMM, em 2020 a temperatura média global atingiu 1,2°C (±0,1°C) e em 2021 (de janeiro a setembro) 1,08°C (±0,13°C) acima do período pré-industrial, um pequeno e momentâneo resfriamento em relação a 2020 devido ao efeito do fenômeno climático La Niña. Os dados divulgados por essas seis agências mostram que 2020 foi um dos três anos mais quentes dos registros históricos. Além disso, 2020 foi o segundo ano mais quente na América do Sul, sendo que neste continente todos os anos entre 2002 e 2020 foram mais quentes do que a média do período 1981-2010.⁶⁰⁹ Na Europa, o verão de 2021, ainda em pleno La Niña, foi o mais quente dos registros históricos. De acordo com o último relatório do Copernicus Climate Change Service (C3S), a temperatura média anual nesse continente foi 1°C acima da média de 1991-2020.⁶¹⁰ O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6 WG I), divulgado em agosto de 2021, confirma esse quadro no que se refere à média das duas primeiras décadas do século XXI:⁶¹¹

“A temperatura superficial global nas primeiras duas décadas do século XXI (2001-2020) foi 0,99°C [0,84°C-1,1°C] mais alta do que a do período 1850-1900. A temperatura superficial do planeta foi 1,09°C [0,95°C a 1,2°C] mais alta na década de 2011-2020 do que no período 1850-1900, com aumentos maiores sobre a superfície terrestre (1,59°C [1,34°C-1,83°C] do que sobre o oceano (0,88°C [0,68°C-1,01°C]). O aumento estimado na temperatura global superficial desde o AR5 [o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, de 2013] deve-se principalmente ao aumento sucessivo do aquecimento desde 2003-2012 (+0,19°C [0,16°C-0,22°C]).”

Segundo esta primeira parte do Sexto Relatório do IPCC, as temperaturas médias do último decênio (2011-2020) foram superiores às da fase mais quente do Holoceno (0,2°C a 1°C, cerca de 6.500 anos atrás).⁶¹² Isso significa que a humanidade está vivendo desde 2016 em um clima global em média cerca de 0,2°C mais quente do que os mais quentes climas experimentados desde a chamada Revolução Neolítica, vale dizer, em toda a história da civilização agrícola, iniciada provavelmente cerca de 10 mil anos antes do presente (AP).

5.1 Duas fases da aceleração e o crescente Desequilíbrio Energético da Terra (DET)

Os dados fornecidos em janeiro de 2021 pelo Goddard Institute for Space Studies (GISS - GISTEMP) da NASA sobre o aquecimento médio global em 2020 situam-se no limite superior da avaliação da OMM (1,2°C ±0,1°C) para 2020. O relatório de 2020 do GISTEMP afirma:⁶¹³

“A temperatura global de 2020 foi 1,3°C mais quente do que no período base de 1880-1920; a temperatura global nesse período de referência é uma estimativa razoável da temperatura ‘pré-industrial’. Os seis anos mais quentes no registro GISS ocorrem todos nos últimos seis anos, e os 10 anos mais quentes estão todos no século XXI”.

A Figura 5.2 atualiza a evolução da temperatura até 2021, mostrando: (a) as médias anuais; (b) as médias de cada 11 anos para evitar o ruído de um dos ciclos solares e (c) a tendência linear dos anos 1970-2015.

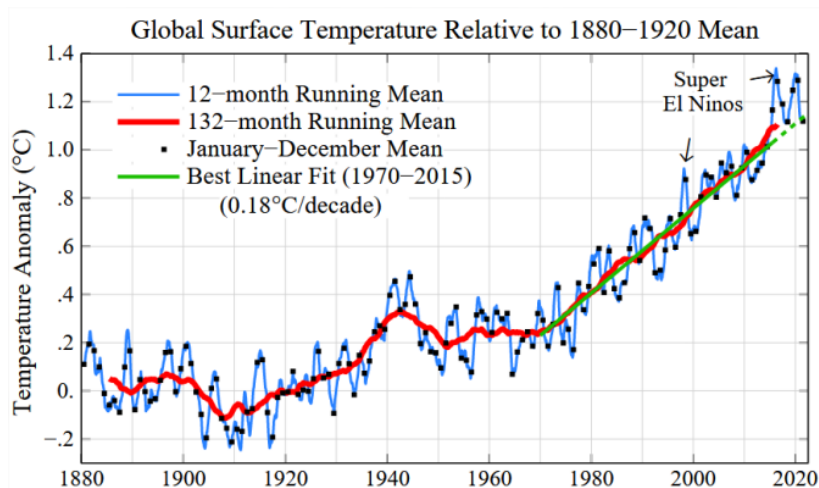


Figura 5.2 - Temperaturas médias superficiais, terrestres e marítimas combinadas, em relação ao período de base 1880-1920, baseadas nos dados do GISTEMP. Médias anuais: curvas com quadrados pretos (azul); curvas médias a cada 11 anos (vermelho) e melhor tendência linear entre 1970 e 2015 (verde), com aquecimento médio de 0,18°C por década. As flechas assinalam os efeitos dos 2 “Super El Niños” de 1998 e 2016.

Fonte: James Hansen *et al.*, “Global Temperature in 2021”, 13/1/2021. Climate Science, Awareness and Solutions Program. Earth Institute. Columbia University.

<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2022/Temperature2021.13January2022.pdf>.

Em janeiro de 2022, James Hansen, Makiko Sato e Reto Ruedy, do Earth Institute (Columbia University), fizeram um balanço da situação climática de 2021 e das perspectivas do clima neste decênio. Os dados são do Goddard Institute for Space Studies (GISS) e os elementos dessa análise fundamental devem ser reportados *ipse litteris*.⁶¹⁴

“A temperatura da superfície global em 2021 foi de +1,12°C em relação à média de 1880-1920. (...) Os anos 2021 e 2018 estão empatados como o 6º ano mais quente nos registros instrumentais. Os oito anos mais quentes desses registros ocorreram nos últimos oito anos. A taxa de aquecimento sobre as terras emersas é cerca de 2,5 vezes mais rápida do que sobre o oceano. O ciclo irregular El Niño/La Nina domina a variabilidade interanual da temperatura, o que sugere que 2022 não será muito mais quente que 2021, mas 2023 pode estabelecer um novo recorde. Além disso, três fatores – aceleração das emissões de GEE, diminuição dos aerossóis, e o ciclo de irradiação solar – aumentarão um desequilíbrio energético planetário já sem precedentes e levarão a temperatura global além do limite de 1,5°C, provavelmente durante a década de 2020”.

Voltaremos nos próximos capítulos a esta afirmação de Hansen e colegas, admitida por setores crescentes da comunidade científica, de que o aquecimento médio global deve provavelmente ultrapassar o limite de 1,5°C, o mais ambicioso do Acordo de Paris, ainda neste decênio. Baste, por enquanto, reiterar que esta é uma das razões de ser deste livro. O fato, além disso, de que os oito anos mais quentes dos registros históricos, iniciados no século XIX, estejam todos nos últimos oito anos (2014-2021) aporta a evidência mais contundente de que o aquecimento está em aceleração.

Como indicado na Figura 5.2, a tendência linear do período 1970-2015 mostra um aquecimento médio global de 0,18°C por década (0,27°C/década nas terras emersas e 0,11°C/década nos oceanos). A estimativa do GISS está quase no centro da estimativa indicada pelo IPCC (SR1.5 2018), segundo a qual “o aquecimento global antropogênico está atualmente aumentando em 0,2°C (provavelmente entre 0,1°C e 0,3°C) por década, em decorrências das emissões passadas e atuais (alta confiabilidade)”.⁶¹⁵ Essa taxa de aquecimento (1970-2015) indica a primeira fase de aceleração em relação ao ritmo de aquecimento dos decênios anteriores (1880-1970). Os dados do NOAA confirmam-na, ao mostrar que “a temperatura global anual se elevou a uma

taxa média de $0,07^{\circ}\text{C}$ por década desde 1880 e a uma taxa média por década superior ao dobro da taxa anterior ($0,18^{\circ}\text{C}$) desde 1981”.⁶¹⁶

Mais recentemente, contudo, o aquecimento do planeta entrou em uma segunda fase de aceleração. Em uma postagem de 14 de dezembro de 2020 em sua página *Climate Science, Awareness and Solutions Program*, do Earth Institute da Columbia University, justamente intitulada “Aceleração do Aquecimento Global”, James Hansen e Makiko Sato escrevem:⁶¹⁷

“A temperatura global recorde em 2020, apesar de um forte La Niña nos últimos meses, reafirma uma aceleração do aquecimento global, demasiado grande para ser um ruído aleatório. Isto implica um aumento da taxa de crescimento do forçamento climático global total e do desequilíbrio energético da Terra. (...) A taxa de aquecimento global acelerou-se nos últimos 6-7 anos. O desvio da média atual dos últimos 5 anos (60 meses) em relação à taxa de aquecimento linear é grande e persistente; isso implica um aumento do forçamento climático líquido e do desequilíbrio de energia da Terra, que impulsiona o aquecimento global”.

A Figura 5.3 mostra essa segunda fase da aceleração, já ilustrada também na Figura 5.2. Ela foi detectada a partir de 2015, quando o aquecimento médio global cruza a barreira de 1°C em relação ao período 1880-1920:

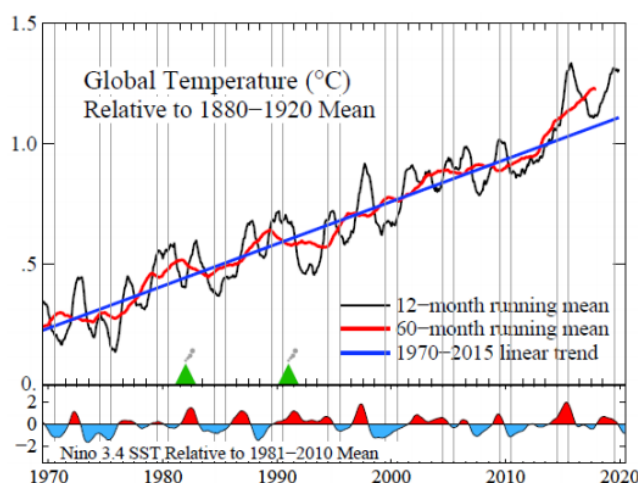


Figura 5.3 - Temperatura média global entre 1970 e 2020 em relação à média do período 1880-1920. A linha reta indica a tendência linear do aquecimento nesse período; a linha ligeiramente ondulada indica a média das temperaturas a cada 60 meses; a linha preta fortemente ondulada assinala as variações anuais. Os dois cones fornecem o registro de duas erupções vulcânicas maiores (El Chichón em 1982, no México e Pinatubo em 1991, nas Filipinas). No registro inferior, o gráfico mostra as variações da temperatura superficial do oceano (Sea Surface Temperature - SST) causadas por eventos de El Niño e La Niña em relação à média de 1981-2010. Observação: O El Niño 3.4 é um índice comumente usado para definir os eventos de El Niño e La Niña. Esse índice usa tipicamente uma média de cinco meses e esses eventos são definidos quando a temperatura oceânica excede +/- $0,4^{\circ}\text{C}$ por um período de 6 ou mais meses.

Fonte: James Hansen & Makiko Sato, “Global Warming Acceleration”. Columbia University, 14/XII/2020.

<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20201214_GlobalWarmingAcceleration.pdf>.

Como se pode perceber na Figura 5.3, entre 1970 e 2015 a progressão anual e quinquenal do aquecimento acompanha a tendência linear do período 1970-2015. Mas no período 2016-2020, ambas as linhas do aquecimento – anual e quinquenal – avançam claramente acima da tendência linear. Essa segunda fase da aceleração do aquecimento foi advertida em 2018 por outros trabalhos, entre os quais o de Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan e David Victor. Segundo esses autores, o aumento das emissões implica que “nos próximos 25 anos o aquecimento evoluirá à taxa de $0,25^{\circ}\text{C}$ a 32°C por década”.⁶¹⁸ Esse prognóstico foi confirmado em julho de 2021 por James Hansen e Makiko Sato que se indagam sobre a medida do desvio do aquecimento recente em relação à tendência linear dos últimos 50 anos. A resposta que oferecem é $0,14^{\circ}\text{C}$, além do aumento médio de $0,18^{\circ}\text{C}$ por década observado no período 1970-

2015 (veja-se, acima, a Figura 5.2). Portanto, a taxa decenal de aquecimento é, agora, de 0,32°C. “Isso é muito, e sabemos que se trata de uma mudança de forçamento, impulsionada pelo crescente desequilíbrio energético planetário”. Os autores concluem:⁶¹⁹

“No momento, podemos apenas inferir que o desequilíbrio energético da Terra – que era menos de, ou cerca de, meio Watt por m² durante o período 1971-2015 – dobrou aproximadamente para cerca de 1 Watt/m² desde 2015. Esse maior desequilíbrio energético é a causa da aceleração do aquecimento global. Nossa expectativa é que a taxa de aquecimento global para o quarto de século 2015-2040 seja cerca do dobro da taxa de aquecimento de 0,18°C por década durante o período 1970-2015, a menos que se tomem medidas apropriadas.”

Enquanto, na primeira fase da aceleração do aquecimento, este evoluiu de uma taxa de 0,07°C por década para 0,18°C por década, a presente segunda fase mostra um salto de 0,18°C por década (1970-2015) para uma taxa de 0,32°C por década, com tendência para uma taxa de 0,36°C por década entre 2016 e 2040.

A Tabela 5.1 resume os dados acima expostos sobre a aceleração do aquecimento desde 1880:

Tabela 5.1 - Taxas de aquecimento por década em três períodos (1880-2040), segundo a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e o Earth Institute, Columbia University (EI)

| Períodos | 1880 - 2018 | 1970 - 2015 | 2016 - 2040 |
|---------------------|---------------|------------------|-------------|
| Aquecimento /década | 0,07°C (NOAA) | 0,18°C (NOAA/EI) | 0,36°C (EI) |

Fontes: Global Climate Report 2019, NOAA <<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913>>; James Hansen & Makiko Sato, “Global Warming Acceleration”. Earth Institute, Columbia University, 14/XII/2020 James Hansen & Makiko Sato, July Temperature Update: Faustian Payment Comes Due”. 13/VIII/2021 <http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20201214_GlobalWarmingAcceleration.pdf>.

O Desequilíbrio Energético da Terra (DET)

O Desequilíbrio Energético da Terra (DET) a que se referem acima James Hansen e Makiko Sato decorre do fato de que as concentrações sempre mais excedentes de GEE na atmosfera intensificam o “efeito estufa”, i.e., diminuem a dissipação de energia na forma de ondas longas (sobretudo na parte infravermelha do espectro eletromagnético) rebatidas para fora do planeta. Entre 2010 e 2018, esse crescente armazenamento de energia no sistema Terra, na forma de calor, foi absorvido em cerca de 90% pelos oceanos. O restante dele foi absorvido nesse mesmo período pela criosfera (3%), causando degelo, pelas superfícies terrestres (5%) e pela atmosfera (2%), causando o aquecimento superficial do planeta. O DET, ou seja, a troca desigual no sistema Terra entre energia incidente do Sol e energia dissipada (radiação infravermelha), é medido no topo da atmosfera (a cerca de 100 km de altitude), cumulativamente em Zettajoules (ZJ = 10²¹ Joules), com uma taxa de ganho de calor a cada instante medida em Watts por m² (W/m²). Como afirma Karina von Schuckmann e colegas:⁶²⁰

“O planeta tem estado em desequilíbrio radiativo, com menos energia saindo do topo da atmosfera do que entrando, desde ao menos cerca de 1970, e a Terra está ganhando substancialmente energia ao longo das últimas quatro décadas. (...) Em acordo com estudos prévios, o inventário de calor da Terra, baseado nas mais recentes estimativas de ganho de calor no oceano, na atmosfera, no solo e na criosfera, mostra um consistente ganho de calor a longo prazo desde os anos 1960. Nossos resultados mostram um ganho total de calor de 358 ± 37 ZJ no período 1978-2018, o equivalente a uma taxa de aquecimento de 0,47 ± 0,1 W/m² aplicada continuamente sobre a superfície da Terra (5,1 x 10¹⁴ m²)” [510 milhões de km²].

A conclusão desse estudo assume a forma de um alerta fundamental sobre a aceleração do aquecimento global:⁶²¹

“Nossos resultados também mostram que o DET não apenas permanece, mas está crescendo: durante o período 2010-2018, o DET atingiu $0,87 \pm 0,12 \text{ W/m}^2$. A estabilização do clima – objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima (UNFCCC) em 1992 e do Acordo de Paris em 2015 – exige que o DET seja reduzido a aproximadamente zero para atingir o quase equilíbrio do sistema da Terra. A quantidade de CO_2 na atmosfera deve ser reduzida de 410 ppm para 353 ppm (...), de modo a reestabelecer o Equilíbrio Energético da Terra (EET). Esse simples número, EET, é a métrica mais fundamental da qual a comunidade científica e o público devem estar conscientes, como a medida do sucesso na tarefa de colocar as mudanças climáticas sob controle.”

A Tabela 5.2 mostra o aumento do DET entre 1971 e 2020, segundo algumas mensurações:

Tabela 5.2 - Aceleração do Desequilíbrio Energético da Terra (DET) no topo da atmosfera em diversos intervalos de tempo, segundo mensurações selecionadas

| Período | DET | Mensuração |
|-------------|-------------------------------|--|
| 1971 - 2010 | $0,4 \text{ W/m}^2$ | IPCC AR5 (2013) |
| 1971 - 2018 | $0,47 \pm 0,1 \text{ W/m}^2$ | Von Schuckmann <i>et al.</i> (2020) |
| 2005 - 2010 | $0,58 \pm 0,15 \text{ W/m}^2$ | Hansen <i>et al.</i> (2011) ⁶²² |
| 2010 - 2018 | $0,87 \pm 0,12 \text{ W/m}^2$ | Von Schuckmann <i>et al.</i> (2020) |
| 2005 - 2019 | $0,9 \pm 0,2 \text{ W/m}^2$ | Trenberth (2020) ⁶²³ |
| 2015 - 2020 | $\sim 1 \text{ W/m}^2$ | Hansen & Sato (2021) ⁶²⁴ |

Observação: um quadro completo dessas mensurações encontra-se em Von Schuckmann *et al.* (2020), Figura 7.

Apenas para ilustrar com um exemplo concreto o que esses números significam, o montante do DET no período 2015-2020 é equivalente à quantidade de calor continuamente aplicada por uma lâmpada de 1 Watt (a chamada lâmpada bolinha) sobre cada m^2 dos 510 milhões de km^2 da superfície da Terra. Note-se que no intervalo de apenas um decênio (de 2005-2010 a 2010-2018) houve um aumento de 0,6 Watts por m^2 (2005-2010) para 0,87 Watts por m^2 (2010-2018), ou seja, um aumento de quase 50% no DET. Se compararmos o período 1971-2018 ($0,47 \text{ W/m}^2$) com o período 2015-2020 (1 W/m^2), o aumento do DET foi de mais de 100%. Enfim, um estudo conjunto do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) e da NASA, mensurando o DET a partir do satélite Ceres no topo da atmosfera (TOA) e de mensurações oceânicas (*in situ*), exibem resultados convergentes.

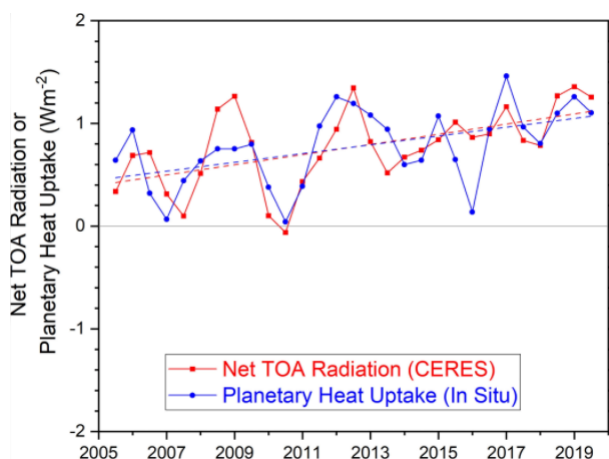


Figura 5.4 - Aumento do Desequilíbrio Radiativo da Terra, medido no Topo da Atmosfera por satélite (Clouds and the Earth’s Radiant Energy System - CERES, NASA) e no oceano (Programa Argo, entre 0 e 2.000 metros de profundidade e outras observações na litosfera, criosfera e atmosfera *in situ*, NOAA), entre meados de 2005 e meados de 2019, em Watts por m^2 .

Fonte: Norman G. Loeb *et al.*, “Satellite and Ocean Data Reveal Marked Increase in Earth’s Heating Rate”. *Geophysical Research Letters*, 15/VI/2021.

A comparação entre os dois conjuntos de mensurações (NOAA e NASA) confirma, como mostram os autores, que entre meados de 2005 e meados de 2019, o DET aproximadamente duplicou. Parte dessa aceleração do DET deve-se provavelmente ao fato de que a Oscilação Decadal do Pacífico (PDO) está desde 2014 em fase positiva, isto é, em sua fase mais quente. Como afirma Norman Loeb:⁶²⁵

“É provavelmente um misto de forçamentos antropogênicos e de variabilidade interna. E durante este período [2005-2019], ambos os fatores estão causando aquecimento, o que leva a uma mudança bastante grande no desequilíbrio de energia da Terra. A magnitude do aumento não tem precedentes.”

5.2 Aceleração do aquecimento marinho e a febre dos oceanos

“Ondas de calor marinho aproximadamente dobraram em frequência desde os anos 1980 (alta confiabilidade), e a influência humana contribuiu muito provavelmente para a maior parte delas desde ao menos 2006”.

IPCC (AR6 WG I, 2021)⁶²⁶

James Hansen e Makiko Sato afirmam que a aceleração do aquecimento global por eles detectada é “demasiado grande para ser um ruído aleatório” (“*too large to be unforced noise*”⁶²⁷). De fato, as observações da evolução do calor armazenado nos oceanos confirmam largamente essa aceleração. Os oceanos fornecem um indicador particularmente confiável para se avaliar o ritmo do aquecimento planetário não apenas porque neles se armazena cerca de 90% do calor acumulado pelo desequilíbrio radiativo do planeta, mas também porque as variações de curto prazo do aquecimento oceânico são menores do que as da temperatura da atmosfera. Como observa Zeke Hausfather, “os oceanos são realmente o melhor termômetro que temos para medir as mudanças na Terra”.⁶²⁸ O IPCC (AR5 2013) afirma que há “virtual certeza de que o oceano superficial (acima de 700 metros) aqueceu-se de 1971 a 2010, e é *provável* que se tenha aquecido dos anos 1870 a 1971”.⁶²⁹ O IPCC (AR6 WG I 2021) reitera que, “com adicional aquecimento global, a frequência de ondas de calor marinho continuará a aumentar (alta confiabilidade), particularmente no oceano tropical e no Ártico (média confiabilidade)”.⁶³⁰

Segundo Lijing Cheng e colegas, “o oceano global, em 2021, foi o mais quente jamais registrado por humanos, e o valor do calor armazenado nos oceanos (Ocean Heat Content, doravante OHC) supera o valor recorde observado no ano anterior”. O ano de 2021 superou o de 2020 por um valor imenso: entre 14 ± 11 Zettajoules (ZJ) e 16 ± 10 ZJ, segundo duas diferentes mensurações.⁶³¹ A Figura 5.5 mostra a evolução do calor armazenado nos oceanos entre 1950 e 2021, em duas profundidades: 0-700 metros e 700-2.000 metros.

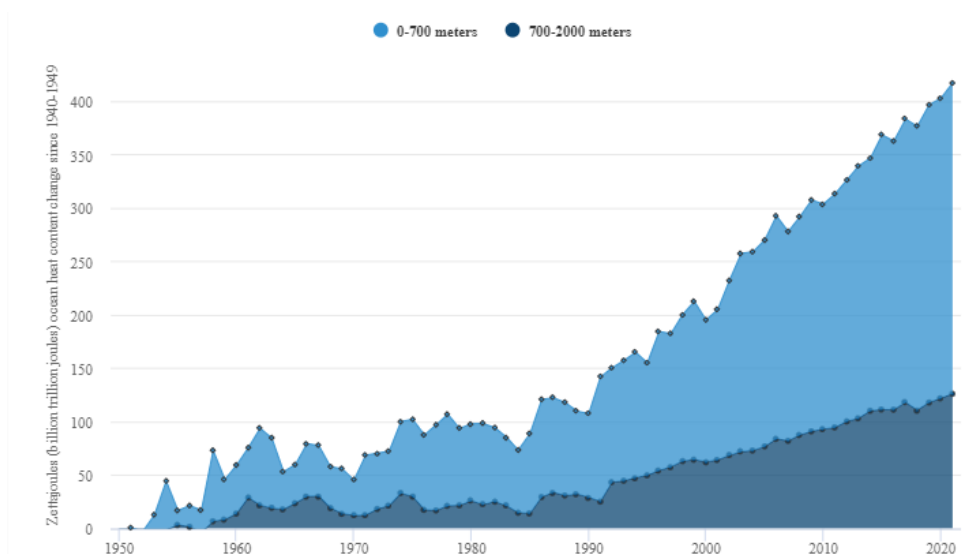


Figura 5.5 - Evolução do calor armazenado nos oceanos (OHC) entre 1950 e 2021 entre 0 e 700 metros e entre 700 e 2.000 metros, medido em Zettajoules (1 ZJ = 10^{21} Joules).

Fonte: Zeke Hausfather, “State of the climate. How the World Warmed in 2021”. Baseado em Lijing Cheng *et al.*, “Another Record: Ocean Warming Continues through 2021 despite La Niña Conditions”. *Advances in Atmospheric Sciences*, 11/1/2022.

<https://www.carbonbrief.org/state-of-the-climate-how-the-world-warmed-in-2021?utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=18012022-ClimaInfo-Newsletter>.

Entre 0 e 700 metros, o calor acumulado nos oceanos entre 1950 e 2021 monta a 290,8 ZJ. E entre 700 e 2.000 metros, a 126,1 ZJ. Três trabalhos anteriores publicados por Cheng e colegas em 2017, 2019 e 2020 mostram a aceleração desse aquecimento de modo igualmente inequívoco. O trabalho de 2017 dá conta de aperfeiçoamentos nessas mensurações e conclui que a tendência linear de aumento do calor armazenado nos oceanos (OHC) em profundidades de 0 a 700 metros quadruplicou na comparação entre os períodos 1960 - 1991 e 1992 - 2015. Já em profundidades de 700 a 2.000 metros, essa tendência linear de aquecimento multiplicou-se por nove na comparação entre esses dois períodos. Citemos os autores mais extensamente e com os dados numéricos.⁶³²

“Detecta-se uma tendência a um mais intenso aquecimento oceânico desde o final da década de 1980 para profundidades de 0 a 700 e de 700 a 2.000 metros, em comparação com as décadas de 1960 à de 1980. A tendência linear do OHC em profundidades de 0 a 700 m é $0,15 \pm 0,08 \times 10^{22}$ Joules / ano ($0,09 \pm 0,05$ Watts / m^2) durante 1960-1991 e $0,61 \pm 0,04 \times 10^{22}$ Joules / ano ($0,38 \pm 0,03$ Watts / m^2) durante 1992–2015, uma tendência de aquecimento quatro vezes mais intenso do que no período 1960–1991. A tendência linear do OHC na profundidade de 700 a 2.000 metros é $0,04 \pm 0,08 \times 10^{22}$ Joules / ano ($0,02 \pm 0,05$ Watts / m^2) no período 1960-1991 e $0,37 \pm 0,02 \times 10^{22}$ J / ano ($0,23 \pm 0,02$ Watts / m^2) de 1992 a 2015 (nove vezes mais intenso do que de 1960 a 1991). Isso indica uma aceleração da entrada de calor nas camadas de 0 a 700 metros e de 700 a 2.000 metros”.

O artigo de 2019 responde com dados observacionais à pergunta que lhe dá título: “Quão rapidamente os oceanos estão se aquecendo?”. Tal como no artigo de 2017, a resposta é fornecida pelas mais precisas mensurações realizadas pelo programa Argo, um conjunto de três mil sondas robóticas que fornecem informação em tempo real sobre os oceanos em profundidades de até dois mil metros (temperatura, salinidade, taxa de oxigênio etc.). Sabemos agora que: (1) o aquecimento oceânico é maior do que os cinco cenários considerados pelo Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5 2013) e (2) há uma forte aceleração desse aquecimento desde 1991.⁶³³

“Essas estimativas recentes de OHC baseadas em observações mostram mudanças altamente consistentes desde o final dos anos 1950. No período 1971-2010, o aquecimento é maior do que

o relatado no AR5 [AR5 = Assessment Report 5 do IPCC, de 2013]. A tendência de OHC para os 2.000 metros superiores [dos oceanos] em AR5 variou de 0,24 a 0,36 Watts por m² durante este período. As três estimativas mais recentes que cobrem o mesmo período de tempo sugerem uma taxa de aquecimento de $0,36 \pm 0,05$; $0,37 \pm 0,04$ e $0,39 \pm 0,09$ Watts por m². (...) Quatro estudos recentes mostram que a taxa de aquecimento do oceano para os 2.000 metros superiores acelerou nas décadas após 1991 de 0,55 a 0,68 Watts por m²”.

As observações fornecidas pelo programa Argo, consistentes com as projeções dos modelos CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), mostram mais uma vez, em suma, uma aceleração brutal do aquecimento oceânico. O terceiro trabalho, de 2020, registra que os oceanos absorveram 228 ZJ nos últimos 25 anos (1987-2019), o equivalente a lhes adicionar a energia de explosão de 3,6 bilhões de bombas atômicas da potência da de Hiroshima. O trabalho confirma essa inequívoca aceleração do aquecimento oceânico ao mostrar que a taxa de aquecimento no período 1987 – 2019 foi 450% maior que a do período 1955-1986. Eis os números:⁶³⁴

“Para o primeiro período [1955-1986], o aquecimento foi relativamente constante, isto é, em torno de $2,1 \pm 0,5$ ZJ por ano. Entretanto, o aquecimento no período mais recente [1987-2019] foi ~450% maior do que o aquecimento no período anterior ($9,4 \pm 0,2$ ZJ por ano, igual a 0,58 Watts por m² em média sobre a superfície da Terra), refletindo um maior aumento na taxa de aquecimento global.”

Ondas de Calor Marinho (OCMs) e Calor Marinho Extremo

Um dos impactos imediatos da aceleração do aquecimento oceânico é a devastadora proliferação de Ondas de Calor Marinho (OCMs) e de calor marinho extremo. Trata-se de duas abordagens adotadas para quantificar a extensão e a frequência das anomalias de temperatura oceânica superficial observadas a partir de dois períodos de referência: cada período de 30 anos e o período de base 1870-1919. Podendo variar em duração, extensão espacial, intensidade e frequência, OCMs são definidas como anomalias durante ao menos cinco dias consecutivos que excedem o 90º percentil⁶³⁵ das observações climatológicas durante um período de 30 anos.⁶³⁶ Um calor marinho extremo foi assim definido por Kisei Tanaka e Kyle Van Houtan: para cada mês, em cada grade de 1° × 1° (latitude e longitude), o calor marinho extremo é um valor da temperatura marítima superficial que excede o 98º percentil dessa temperatura observada ao longo do período de base 1870-1919.⁶³⁷

Tanaka e Van Houtan mostraram que 57% da superfície oceânica global registrou calor extremo em 2019, em contraste com apenas 2% dessa superfície no período 1870-1919. “Para o oceano global, 2014 foi o primeiro ano a ultrapassar o limite de 50% de calor extremo, tornando-se assim “normal”, sendo que as bacias do Atlântico Sul (1998) e da Índia (2007) cruzaram essa barreira mais cedo”.⁶³⁸ A Figura 5.6 mostra a evolução do calor marinho extremo em termos de porcentagem da superfície marinha global, de modo que o calor extremo (98º percentil em relação ao período 1870-1919) ocupou desde 2014 mais da metade da superfície marinha global, tornando-se assim o “novo normal” da temperatura oceânica superficial. A Figura 5.6 mostra saltos consecutivos a partir dos anos 1990 no aumento das porcentagens da superfície marinha global em que se vêm registrando calores marinhos extremos.

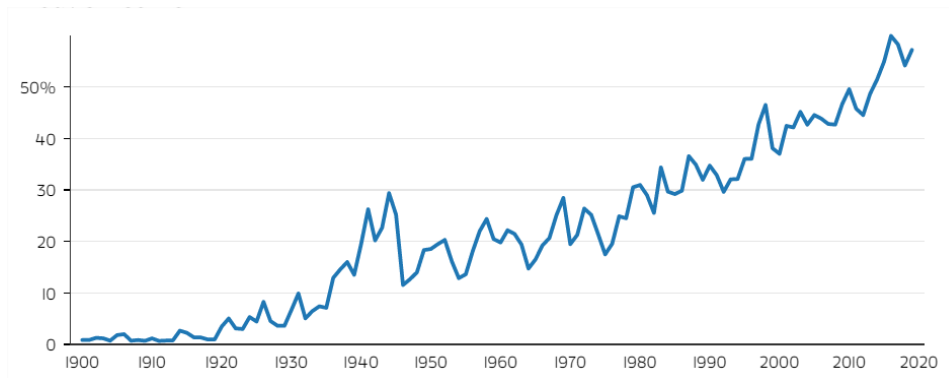


Figura 5.6 - Porcentagem da superfície marinha global exibindo calor marinho extremo

Fonte: Adam Vaughan, “Extreme marine heatwaves are now normal for the world’s oceans”. *New Scientist*, 1/11/2022, baseado em Kisei R. Tanaka & Kyle S. Van Houtan, “The recent normalization of historical marine heat extremes”. *Plos Climate*, 1/11/2022

Como alerta a esse respeito Kyle Van Houtan, “nosso novo índice de calor marinho extremo mostra que o oceano global cruzou uma barreira crítica em 2014 e é agora normal. Chegou, está aqui”.⁶³⁹ A mesma aceleração verifica-se nas OCMs, sobretudo a partir dos anos 1980, com um novo salto no século XXI. Segundo o IPCC (AR6 WG I, SPM 2021), “ondas de calor marinho aproximadamente dobraram em frequência desde os anos 1980 (*alta confiabilidade*) e a influência humana muito provavelmente contribuiu para a maioria delas desde ao menos 2006”.⁶⁴⁰ OCMs no século XXI incluem eventos ocorridos no Mediterrâneo setentrional em 2003, a Oeste da Austrália (o “Ningaloo Niño” de 2010–2011), no Noroeste do Atlântico (2012), na região nordeste do Pacífico (“The Blob” de 2013–2016)⁶⁴¹ e nos oceanos Pacífico e Índico durante o El Niño de 2016.⁶⁴²

Particularmente ruins para os ecossistemas marinhos, essas ondas “já se tornaram”, segundo as mensurações feitas por Thomas Frölicher, Erich Fischer e Nicolas Gruber, “mais longas e mais frequentes, mais extensas e intensas nas últimas poucas décadas e essa tendência se acelerará com mais aquecimento global”,⁶⁴³ sendo que 87% delas, em 2018, eram antropogênicas. Eis os aquecimentos passados e as projeções dessas ondas de calor marinho:⁶⁴⁴

“Entre 1982 e 2016, detectamos uma duplicação no número de dias de ondas de calor marinho e este número deve aumentar, em média, por um fator de 16 para o aquecimento global de 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais e por um fator de 23 para o aquecimento global de 2°C.”

Como é típico da dinâmica das mudanças climáticas em geral, também a evolução dos impactos do aquecimento marinho não é linear. Um aquecimento médio global de cerca de 1°C acima do período pré-industrial ocorrido até 2015 implicou uma duplicação do número de dias de OCMs. Mas um aquecimento médio global de 1,5°C multiplicará esses dias por 16 e de 2°C, por 23! Os autores concluem que o agravamento dessas OCMs, mantida a tendência atual, levará “os organismos marinhos e os ecossistemas aos limites de sua resiliência e mesmo além deles, o que pode causar mudanças irreversíveis”.⁶⁴⁵

Uma meta-análise coordenada por Dan Smale, da Marine Biological Association em Plymouth, no Reino Unido, analisou 116 trabalhos sobre oito OCMs bem documentadas. A Figura 5.7, baseada neste artigo, mostra o crescimento do número de dias de OCMs entre 1900 e 2016.⁶⁴⁶

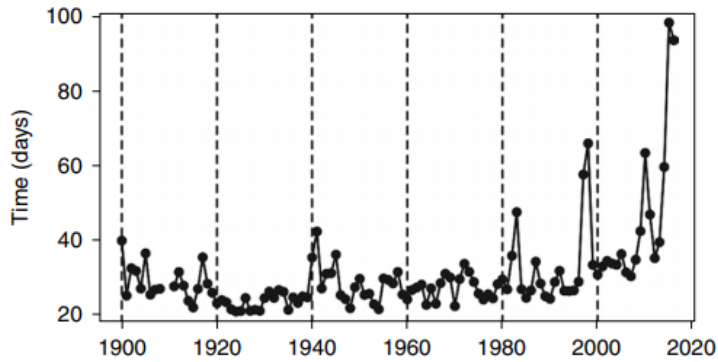


Figura 5.7 - Série temporal média global do número de dias de ondas de calor marinho por ano (1900-2016)

Fonte: Dan A. Smale *et al.*, "Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services". *Nature Climate Change*, 9, Abril de 2019, pp. 306-312

Como afirmam os autores, "na média global, houve mais de 50% mais dias com OCMs por ano na segunda parte dos registros instrumentais (1987-2016), comparada com a primeira parte (1925-1954), com aumento do número de dias na maioria das regiões".⁶⁴⁷ Em 2019, Dan Smale declarou a Damian Carrington, do jornal *The Guardian*.⁶⁴⁸

"Há incêndios florestais induzidos por ondas de calor que suprimem áreas gigantescas de florestas, mas isso está acontecendo nos oceanos também. Há florestas de algas laminariales (*kelp*) e prados marinhos (*seagrasses*) morrendo sob nossos olhos. Eles desaparecem ao longo de centenas de quilômetros da linha costeira em semanas ou meses".

É importante notar, tal como ressalta Carrington, que nos últimos anos o número de dias de OCMs triplicou. A biomassa marítima está em acelerado declínio não apenas por causa da sobrepesca corporativa, da poluição químico-industrial e da acidificação oceânica, como ressaltado no capítulo 1 (seção 1.2 Declínio da vida no meio aquático), mas também por causa dessa febre dos oceanos, que terá cada vez mais repercussões dramáticas sobre toda a cadeia da vida também em terra firme, a começar pelo fato de que 17% da alimentação humana provêm dos mares,⁶⁴⁹ porcentagem que explode quando se trata dos modos de vida das comunidades praieiras que vivem da pesca. Tão ou ainda mais importantes que os impactos sobre a alimentação, o aquecimento marítimo causará diminuição da produção de oxigênio pelo fitoplâncton, diminuição dos invertebrados, mamíferos e aves marítimas, alterações das correntes marinhas, uma menor capacidade de absorção de dióxido de carbono, além de mais numerosos e mais intensos eventos de El Niño. Esses três últimos impactos constituem alças de retroalimentação e, portanto, de aceleração do aquecimento. Eles serão discutidos no capítulo 7.

5.3 Ondas de calor mais frequentes e mais intensas na atmosfera

"De 1900 a 1980 um novo recorde de temperatura foi batido em média a cada 13,5 anos. Mas a cada 3 anos, de 1981 a 2019".

Rebecca Lindsey & LuAnn Dahlman⁶⁵⁰

"No que se refere a ondas de calor, nossas opções estão entre o ruim e o terrível. Muitos no mundo já estão pagando o preço último das ondas de calor".

Camilo

Mora⁶⁵¹

Embora o Desequilíbrio Energético da Terra e o consequente aquecimento médio global do planeta sejam as métricas fundamentais para avaliar o nível de desregulação do sistema climático, esses parâmetros funcionam apenas como uma referência abstrata e de médio prazo, pois são quantificados como tendências na escala de anos ou de décadas. O que fustiga os organismos e os mata é a consequência primeira e mais concreta dessas métricas: os extremos meteorológicos, entre os quais as ondas de frio e de calor, definidas, tal como visto para as ondas de calor marinho, como temperaturas que excedem o 90º percentil das observações climatológicas durante um período de 30 anos.

Ondas de frio extremo na Eurásia devem-se a vários fatores, como mudanças nos regimes de ventos e de correntes marinhas. Destacam-se, entre eles, mais persistentes fases fracas, e consequente maior sinuosidade, dos jatos polares estratosféricos, que deixam o frio polar invadir temporariamente latitudes temperadas e permite, inversamente, que temperaturas mais amenas predominem acima do paralelo 66°N. Esse fenômeno é causado pela diminuição do contraste entre temperaturas de baixas e altas latitudes, devido ao aquecimento do Ártico a uma taxa quatro vezes mais rápida que o aquecimento médio global.⁶⁵² Isso posto, a desproporção entre recordes de calor e de frio é gritante. Em 2018, ano sem El Niño, para 40 recordes de frio, as estações meteorológicas registraram 430 recordes absolutos de calor.⁶⁵³ Essas ondas e picos de calor tornam-se sempre mais intensas, duradouras, frequentes e se estendem sobre regiões maiores. Elas exacerbam os incêndios florestais e as secas, alternadas com inundações por trombas d'água e furacões mais devastadores.⁶⁵⁴ Registram-se, em suma, variações meteorológicas que se distanciam dos valores típicos do sistema climático do século XX, com maior probabilidade doravante de anomalias jamais registradas no estado anterior desse sistema.⁶⁵⁵

No século XXI, as probabilidades de que essas ondas e picos de calor sejam causadas pela variabilidade natural do sistema climático tendem rapidamente a zero. Quase 10 anos atrás, um trabalho de autoria de Dim Coumou, Alexander Robinson e Stephan Rahmstorf (2013) mostrava que, globalmente, o número de recordes locais de temperaturas extremas nas médias mensais era então “em média cinco vezes maior do que seria de se esperar num clima sem uma tendência de aquecimento de longo prazo”.⁶⁵⁶ Como afirma um trabalho publicado na *Nature Climate Change* em 2014, “verões extremamente quentes que ocorreriam duas vezes no século no início dos anos 2000 são agora esperados duas vezes por década”.⁶⁵⁷ Tornaram-se, portanto, 10 vezes mais prováveis. Referindo-se à onda de calor europeia no verão de 2018, Peter Stott, do MET Office, declarou na COP24, em dezembro de 2018:⁶⁵⁸

“Nosso estudo provisório comparou modelos baseados no clima de hoje com os do clima natural que teríamos sem emissões antropogênicas [de GEE]. Descobrimos que a intensidade da onda de calor deste verão é cerca de 30 vezes mais provável do que teria sido o caso sem mudanças climáticas”.

Nas palavras de Nikolaos Christides, co-autor desse estudo, há agora 12% de chance de que as próximas temperaturas médias estivais no Reino Unido repetirem as do verão de 2018 (máxima de 35,6°C) contra menos de 0,5% numa situação em que não houvesse mudanças climáticas. Mais de 1/3 da população dos EUA (124,6 milhões de pessoas) estão agora sofrendo taxas de aquecimento superiores à média global, com 499 dos 3.006 condados mostrando aquecimentos médios superiores a 1,5°C. Na Califórnia, 83% da população sofre esse nível de aquecimento, sendo que o condado de Ventura, a Noroeste de Los Angeles, já sofreu um aquecimento de 2,62°C em relação a 1895, data do início dos registros instrumentais naquele estado.⁶⁵⁹ No verão de 2021, quase um em três habitantes dos EUA (32%) vivem em um condado que sofreu eventos meteorológicos extremos. Além disso, quase duas entre três pessoas (64%) nesse país sofreram uma onda de calor de vários dias, fenômeno que está se tornando a mais perigosa forma de

evento meteorológico extremo,⁶⁶⁰ com forte aumento de mortes por excesso de calor em escala global entre 2000 e 2019.⁶⁶¹ Nos EUA, “mais pessoas morrem a cada ano por excesso de calor do que pela soma de tempestades, inundações e incêndios florestais”.⁶⁶² Em 2019, em Phoenix, capital do estado do Arizona, e em seu condado de Maricopa, houve 103 dias com temperaturas acima de 37,7°C (100°F), o que levou à morte 197 pessoas por causas relacionadas a excesso de calor. Trata-se do quarto ano em seguida de recordes de mortes por calor nessa região.

Ainda há pouco, esses picos e ondas de calor extremo eram chamados *silent killers*, matadores silenciosos, pois, como afirmam Camilo Mora e colegas, “a doença por calor (ou seja, a ultrapassagem grave da ótima temperatura interna do corpo) é frequentemente mal diagnosticada porque a exposição a calor extremo frequentemente resulta em disfunção de vários órgãos, o que pode levar a erro de diagnóstico”.⁶⁶³ Mas isso está mudando. No trabalho citado, Camilo Mora e 17 coautores procuram mostrar justamente o impacto populacional direto do calor quando este ultrapassa o limiar de mortalidade dos humanos:⁶⁶⁴

“Atualmente, cerca de 30% da população mundial está exposta a condições climáticas que excedem o limiar de mortalidade por ao menos 20 dias por ano (...) Uma ameaça crescente à vida humana por excesso de calor parece agora inevitável, mas será muito agravada se os gases de efeito estufa não forem consideravelmente reduzidos”.

Repercutindo esse trabalho, um editorial da revista *Nature* relembra esse fato, a que se começa a dar mais e mais atenção:⁶⁶⁵

“De chuvas extremas à elevação do nível do mar, o aquecimento global deve causar caos nas vidas humanas. Por vezes, o impacto mais direto – o próprio aquecimento – é esquecido. E, no entanto, o calor mata. Afinal, o corpo evoluiu para funcionar numa faixa muito estreita de temperaturas. Nosso mecanismo de resfriamento baseado em transpiração é rudimentar; além de certa combinação de alta temperatura e umidade, ele falha. Estar ao sol e exposto a tal ambiente por qualquer período de tempo torna-se rapidamente uma sentença de morte. E esse ambiente está se expandindo. Uma zona de morte está se alastrando sobre a superfície da Terra, ganhando um pouco mais de terreno a cada ano”.

A transpiração é um processo de evaporação que causa resfriamento do corpo, pois as moléculas de água com maior energia cinética (calor sensível) evaporam, deixando no corpo as de menor energia (calor latente). A capacidade dos humanos de transpirar – e, portanto, dissipar calor – em ambientes de alta umidade é muito menor do que em ambientes de baixa umidade. Quanto maior a umidade relativa do ar, maior é a dificuldade das glândulas transpiratórias acionarem esse mecanismo de resfriamento evaporativo do corpo. Em situação de extrema umidade do ar, a fisiologia humana atinge seu limite de eficiência evaporativa em níveis muito baixos de calor. Esse limite, expresso pelo termo “temperatura de bulbo úmido” (“wet bulb temperature” ou TW), é ultrapassado em temperaturas maiores que 35°C (TW > 35°C).⁶⁶⁶ Quando combinadas com alta umidade, em tais temperaturas o sistema de resfriamento natural, inclusive de organismos jovens e saudáveis, entra em alto risco de falência, mesmo à sombra e com quantidades ilimitadas de hidratação. A consequência mais provável é então a morte por hipertermia ou por complicações a ela associadas. “Algumas localidades costeiras subtropicais”, afirmam Colin Raymond e colegas, “já reportaram uma temperatura de bulbo úmido de 35°C e a frequência em geral desse calor extremamente úmido mais que dobrou desde 1979”.⁶⁶⁷ Além disso, o calor pode causar morte por outros muitos fatores, entre os quais a desidratação e a insolação.

5.3.1 Epidemiologia das ondas de calor nos dois últimos decênios e no futuro

“Há virtual certeza de que calores extremos (incluindo ondas de calor) tornaram-se mais frequentes e mais intensos em muitas regiões terrestres desde 1950”, afirma o Sexto Relatório

de Avaliação do IPCC (AR6 WG I SPM 2021).⁶⁶⁸ Como se verá em detalhe no capítulo 8 (Tabelas 8.2 e 8.3), os impactos resultantes dessas ondas de calor têm causado um aumento imenso do sofrimento humano, tal como registrado em vários relatórios da ONU e demais agências internacionais.⁶⁶⁹ Entre 1980 e 1999, houve 130 ondas de calor extremo notificadas pelos governos; mas entre 2000 e 2019, essas ondas se multiplicaram por um fator de 3,2, atingindo 432 ondas de calor extremo, uma média de 21,6 por ano. Entre 2000 e 2019, mais da metade da população humana, cerca de 4 bilhões de pessoas, foi afetada por desastres “naturais” e 91% desses desastres nesse período são atribuíveis à emergência climática.⁶⁷⁰ Também segundo a OMS, “entre 2000 e 2016, o número de pessoas expostas a ondas de calor aumentou em cerca de 125 milhões de pessoas”.⁶⁷¹ Um relatório da European Environment Agency mostrou que, entre 1980 e 2020, 91% das 142.101 mortes causadas na Europa por eventos meteorológicos extremos deveram-se a ondas de calor extremo.⁶⁷²

Desde 2016, a revista *Lancet* publica anualmente o *Lancet Countdown on Health and Climate Change*, um estudo produzido em conjunto por mais de uma centena de especialistas de dezenas de Universidades e de outras instituições, incluindo a OMS e o Banco Mundial. A edição lançada em finais de 2018 adverte que “um clima em rápida mudança tem implicações tremendas para todos os aspectos da vida humana, expondo populações vulneráveis a condições climáticas extremas, alterando padrões de doenças infecciosas e comprometendo a segurança alimentar, a água potável e o ar limpo”.⁶⁷³ Segundo esse estudo, em 2017 ocorreram 157 milhões de eventos adicionais de ondas de calor (um evento de exposição sendo uma onda de calor sofrida por uma pessoa), em relação ao período de base 1986-2005, 18 milhões a mais do que em 2016, tal como mostra a Figura 5.8

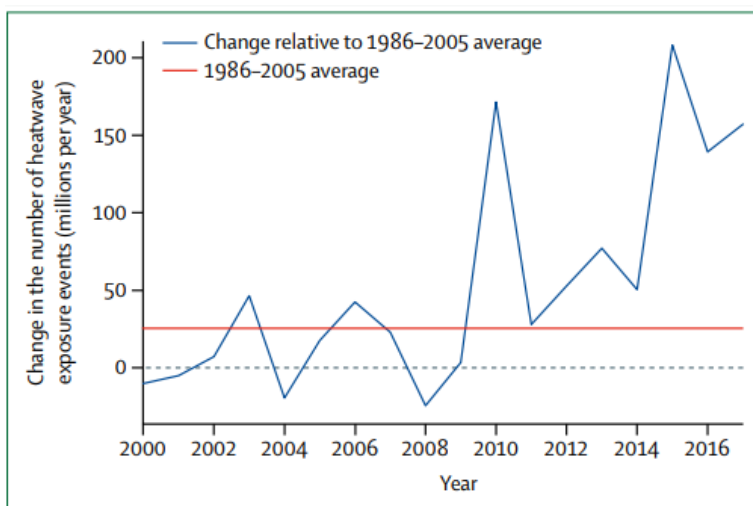


Figura 5.8 - Mudanças no número de eventos de exposição a ondas de calor (sendo um evento de exposição entendido como uma onda de calor sofrida por uma pessoa), em relação ao número médio do período 1986 – 2005. A linha horizontal contínua é o período de referência (1986-2005). A linha pontilhada indica mudança zero. Fonte: Nick Watt *et al.*, “The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come”. *The Lancet*, 392, dezembro de 2018, p. 2485, fig. 3. <<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2818%2932594-7>>.

Em 2017, prossegue o relatório, 153 bilhões de horas de trabalho foram perdidas, potencialmente por causa de ondas de calor. A edição de 2020 do *Lancet Countdown on Health and Climate Change* indica, para o ano de 2019, perdas de 302,4 bilhões de horas de trabalho, quase o dobro das perdas de horas de trabalho em 2017, além de outros dados igualmente indicativos do agravamento dos impactos das ondas de calor, sobretudo se comparados com os dados do relatório de 2017:⁶⁷⁴

“Populações vulneráveis foram expostas a adicionais 475 milhões de eventos de ondas de calor em todo o mundo em 2019, o que, por sua vez, se refletiu em excesso de morbidade e mortalidade. Nos últimos 20 anos, houve um aumento de 53,7% na mortalidade relacionada ao calor em pessoas com mais de 65 anos, atingindo um total de 296.000 mortes em 2018. O alto custo em termos de vidas humanas e sofrimento está associado a efeitos na produção econômica, com 302 bilhões de horas de capacidade de trabalho potencial perdidas em 2019”.

Esses são indicadores suplementares, entre inúmeros outros, de um estágio inicial de colapso. Nick Watt, coordenador desses relatórios, declarou, com efeito, que esses eventos “não são algo acontecendo em 2050, são coisas que estamos vendo hoje”.⁶⁷⁵ Os impactos sobre a saúde e a mortalidade humana e a de outros animais estão agora se tornando objeto de estudos epidemiológicos em escala global,⁶⁷⁶ empreendidos por coletivos de cientistas de diversos países, tais como os recentemente publicados por revistas como *The Lancet Planetary Health*⁶⁷⁷ e *Nature Climate Change*.⁶⁷⁸ Sabemos, por exemplo, que no período 1991-2015, 37% (20,5% a 76,3%) das mortes em 732 localidades de 43 países do planeta ocasionadas por exposição a excesso de calor podem ser atribuídas às mudanças climáticas antropogênicas. O estudo coordenado por Ana Maria Vicedo-Cabrera (2021) conclui que “os prejuízos para a saúde decorrentes das mudanças climáticas antropogênicas estão ocorrendo, são geograficamente amplos e não são triviais. Em muitas localidades, a mortalidade atribuível é da ordem de dezenas a centenas de mortes por ano”.⁶⁷⁹

As mortes por desidratação, hipertermia ou insolação (*heat strokes*) já causam globalmente mais mortes do que todos os demais desastres naturais combinados, tendo crescido dramaticamente nas últimas décadas, afirmam Lisa Leon e Abderrezak Bouchama (2015) em um estudo sobre sua recorrência.⁶⁸⁰ É claro que a letalidade por exposição a excesso de calor ainda é muito menor do que a da exposição a excesso de frio, inclusive por causa do aumento do número de pessoas sem teto, mas a curva ascendente das mortes por excesso de calor e a declinante por excesso de frio devem se cruzar em um futuro já discernível. O maior estudo epidemiológico já realizado a respeito dessas ondas de calor extremo, com dados entre 1984 e 2015 colhidos em 412 comunidades em 20 países, calcula que entre 2031 e 2080, segundo quatro cenários de emissão de GEE, haverá aumentos de mortalidade entre 150% e 2.000% (na Colômbia) por ondas de calor, em relação ao período 1971-2020⁶⁸¹. Estima-se, por exemplo, que mortes excedentes por ondas de calor em 45 áreas metropolitanas maiores dos EUA aumentem para 13.860 em meados dos anos 2040, número que representa mais de dez vezes a média histórica de 1.360 mortes por verão no período 1975-2010⁶⁸². No que se refere à Europa, os resultados da modelagem de Giovanni Forzieri e colegas (2017) são impactantes:⁶⁸³

“Desastres relacionados ao clima podem afetar cerca de dois terços da população europeia anualmente até o ano 2100 (351 milhões de pessoas expostas por ano [faixa de incerteza de 126 milhões a 523 milhões] durante o período de 2071-2100) em comparação com 5% durante o período de referência (1981-2010; 25 milhões de pessoas expostas por ano)”.

Segundo os autores, o aquecimento global será responsável por mais de 90% do aumento do risco para os seres humanos no âmbito dos desastres relacionados ao clima. O excesso de calor já não será mais, então, um exterminador relativamente silencioso. Ele ganhará proporções epidêmicas e se somará às próximas pandemias.⁶⁸⁴

5.3.2 Comparação entre os dois últimos decênios

O primeiro decênio do século XXI sofreu ondas gigantescas de calor a começar pela que assolou a Europa em 2003, matando mais de 70 mil pessoas.⁶⁸⁵ Outras ondas de calor fortíssimas, com temperaturas muito acima de 40°C e milhares de mortes por hipertermia, ocorreram em 2007 (Europa, Ásia e América do Norte)⁶⁸⁶, 2009 (Argentina e Austrália) e 2010 (recorde absoluto na

Rússia, com 44°C em Yashkul).⁶⁸⁷ A onda de calor de 2010 na Rússia, com duração de um mês e meio, foi mais de 5°C acima da média histórica. Combinada com a seca e com os incêndios que atingiram sete regiões do país, algumas densamente povoadas, ela provocou um excesso de mortalidade (em relação a 2009) calculado em 54 mil mortes.⁶⁸⁸ Um relatório do Ministério do Desenvolvimento Econômico da Rússia reporta a seguinte estimativa: “Em conexão com o calor excepcional, incêndios florestais e fumaça, 14.500 pessoas morreram em julho e outras 41.300 em agosto [de 2010], a mais do que no mesmo período do ano anterior”.⁶⁸⁹ Um total, portanto, de 55.800 mortes a mais do que em 2009 durante esses dois meses.

No segundo decênio do século XXI, a situação mostrou-se ainda mais grave. Já em 2012, começavam a se constatar tendências decenais de aumentos na frequência, intensidade e duração de ondas de calor entre 1950 e 2011.⁶⁹⁰ Na Europa ocidental e mediterrânea, a onda de calor “Lúcifer” de agosto de 2017 trouxe saldos de mortes e prejuízos imensos. Acerca da onda de calor que se abateu sobre a Europa no verão de 2018, Dann Mitchell, da University of Bristol, escreveu:⁶⁹¹

“Mostramos que no estado atual do clima, ondas de calor similares à presente podem ocorrer a cada 5 ou 6 anos em média. No mundo futuro a 1,5°C, elas podem ocorrer a cada dois anos, e num mundo a 2°C é provável que quase todos os verões tenham ondas de calor ao menos tão quentes quanto esta”.

Referindo-se ainda a essa onda de calor europeia de 2018, Peter Stott, do MET Office, declarou na COP24, em dezembro de 2018:⁶⁹²

“Nosso estudo provisório comparou modelos baseados no clima de hoje com os do clima natural que teríamos sem emissões antropogênicas [de GEE]. Descobrimos que a intensidade da onda de calor deste verão é cerca de 30 vezes mais provável do que teria sido o caso sem mudanças climáticas”.

No Japão, uma onda de calor no verão de 2018 elevou a temperatura a 41,1°C, provocando 77 mortes notificadas e a hospitalização por insolação de cerca de 30 mil pessoas.⁶⁹³

No hemisfério sul, menos estudado, a Austrália tem sido particularmente atingida por ondas de calor extremo e incêndios. No *Angry Summer* australiano de 2012-2013, registraram-se 123 quebras de recordes de calor num período de 90 dias. O país bateu três recordes: (1) o dia mais quente do mês de janeiro, (2) o janeiro mais quente e (3) o verão mais quente dos registros históricos. Ao longo de sete dias corridos, o país inteiro teve uma temperatura média de 39°C. Um estudo de Sarah Perkins-Kirkpatrick e colegas (2016) chama a atenção para o fato de que essas ondas de calor já são responsáveis por mais da metade de todas as mortes relacionadas a causas naturais, com prejuízos para a força de trabalho do país de 6,2 bilhões de dólares em média por ano: “Na Austrália, a intensidade do verão de 2012/2013 foi cinco vezes mais provável de ocorrer num clima sob a influência de gases de efeito estufa antropogênicos, comparado a um clima sem essas influências”.⁶⁹⁴ No verão de 2018-2019, a temperatura nesse país atingiu 47°C, ou 12°C acima da média desse período,⁶⁹⁵ e em janeiro de 2019, registrou-se a marca de 48,9°C, com uma temperatura noturna de 35,9°C, levando a sucessivas quebras de recordes dos registros históricos nas regiões afetadas, iniciados em 1962. Incêndios, mortes humanas e de outros animais, como peixes e morcegos, estão sendo registradas em números crescentes e tornaram-se um “novo normal”.⁶⁹⁶ O retorno em 2018-2019 do *Angry Summer* de 2012-2013 tomou o nome de *Angriest Summer*: “em apenas 90 dias, foram batidos mais de 206 recordes de temperatura na Austrália continental”, sendo este verão o mais quente dos registros históricos por uma margem de 2,14°C acima do período de referência 1961-1990. Na realidade, todos os verões australianos desde o de 2003 (exceto um) foram mais quentes que os verões desse período de referência, tal como mostra a Figura 5.9.⁶⁹⁷

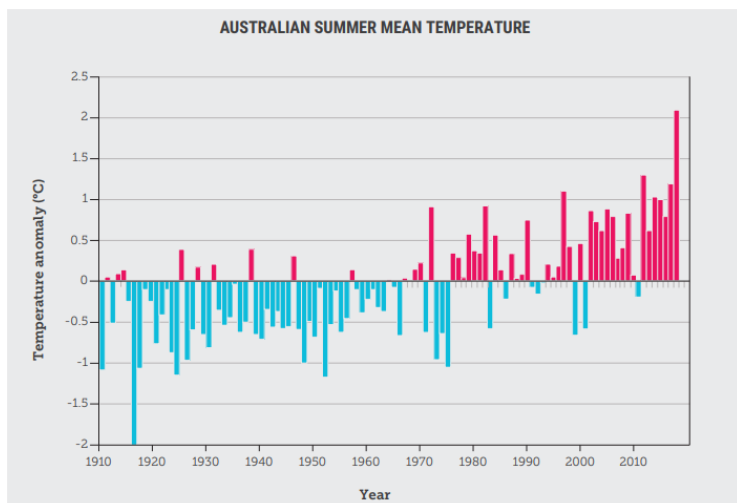


Figura 5.9 - Temperaturas na Austrália durante o verão em relação ao período de referência 1961-1990

Fonte: Will Steffen, Annika Dean, Martin Rice & Greg Mullins, *The Angriest Summer*, Climate Council of Australia, 2019, Figura 1.

5.3.3 Recordes de calor nos últimos sete anos (2015- janeiro de 2022)

Começamos por três informações sobre 2021 aptas a fornecer uma imagem da catástrofe que se avizinha: (1) “Mais de 400 estações meteorológicas no mundo todo bateram recordes das mais altas temperaturas dos registros históricos em 2021”.⁶⁹⁸ (2) “Um total de 1,8 bilhão de pessoas, quase um quarto da população mundial, vive em países que tiveram em 2021 o ano mais quente já registrado”. (3) “25 países, incluindo China, Nigéria e Irã, registraram uma média anual recorde em 2021”.⁶⁹⁹ Por brutais que sejam, esses dados não surpreendem mais e não teriam por que surpreender quando lembramos que os últimos oito anos (2014-2021) foram os mais quentes dos registros históricos,⁷⁰⁰ o que naturalmente implica uma profusão crescente de temperaturas extremas.

Os novos recordes de temperatura têm ocorrido em todas as latitudes, a começar pelo Ártico (acima do paralelo 66°N), em decorrência do fenômeno de amplificação ártica, causado entre outros fatores pela diminuição do albedo (perda das coberturas brancas de neve e gelo ou escurecimento dessas superfícies por poluição). Em quatro dos cinco anos entre 2014 e 2018, o Polo Norte sofreu as mais intensas ondas de calor dos registros históricos, iniciados em 1958, inclusive com temperaturas acima de zero, isto é, 17°C a 19°C acima do normal.⁷⁰¹ Na Finlândia e na Escandinávia, a temperatura ultrapassou vários recordes históricos, com temperaturas em torno de 33°C por vezes em latitudes superiores a 70°N. Na noite do dia 18 para 19 de julho de 2018, a temperatura não desceu abaixo de 25,2°C na latitude 70,7°N, a noite mais quente jamais observada no norte da Escandinávia, à beira do mar de Barents, no Oceano Ártico.⁷⁰² Na Sibéria em junho de 2020, no contexto de uma longa onda de calor, a temperatura atingiu 38°C em Verkhoyansk. Situada a cerca de 115 kms ao norte do Círculo Polar Ártico, a cidade cravou a mais alta temperatura registrada desde 1885 nas latitudes árticas. As temperaturas médias foram até 10°C mais do que as médias históricas para esta época do ano no Ártico siberiano.⁷⁰³ Em Anchorage (61°N), no Alasca, a temperatura bateu em 32,2°C (90°F) em 4 de julho de 2019, também a mais alta dos registros históricos e mais de 14°C acima da média histórica nesse período.⁷⁰⁴ Essas novas e mais frequentes temperaturas veranis no Ártico ou próximo dele disparam maiores incêndios florestais, rápido derretimento do permafrost e, em consequência desses dois fenômenos, imensas emissões de CO₂ e metano na atmosfera. Em março de 2022, na Antártida, como visto na Introdução (seção 3. A dificuldade de apreender intuitivamente as

dinâmicas de aceleração), as temperaturas atingiram -12°C, ou seja, cerca de 40°C acima da média histórica para esse período do ano, o que desencadeou o colapso da plataforma de gelo Conger.⁷⁰⁵

Isso posto, os recordes inverniais de calor no Ártico ou em altas e médias latitudes setentrionais são ainda mais notáveis e, como detidamente analisado por Juergen Kreyling e colegas, “podem ter efeitos ecológicos profundos”.⁷⁰⁶ Em meados de novembro de 2016, a temperatura no Polo Norte atingiu -7°C, ou seja 15°C acima do normal para essa latitude (80°N - 90°N) nessa época do ano.⁷⁰⁷ Em fevereiro de 2018, embora ainda sem praticamente receber luz do sol, a temperatura da Sibéria estava até 35°C acima da média histórica para esse mês. Também na Groenlândia, nesse mesmo mês de 2018, a temperatura passou 61 horas acima de zero grau, um período três vezes mais longo que em qualquer outro fevereiro.⁷⁰⁸ Em 26 de dezembro de 2021, os termômetros marcaram 19,4°C (67°F) na ilha de Kodiak (57,7°N), no Alasca, um salto de 7°C acima do recorde de calor precedente.⁷⁰⁹ Uma onda de calor no inverno europeu de 2021-2022 trouxe temperaturas absolutamente anômalas: em Londres, 16,2°C;⁷¹⁰ em Roma, 18°C; em Catânia, na Sicília, 22°C; no sul da França, temperaturas acima de 20°C; em Bilbao, na Espanha, 24,7°C. Nos Alpes, a altitudes de 1.600 metros, registraram-se temperaturas em torno de 15°C, sem quedas abaixo de 10°C mesmo à noite, e não há registros de 0°C abaixo de 4 mil metros de altitude. Em Cortina d’Ampezzo e em Courmayeur, famosas estações de esqui situadas a mais de 1.200 metros de altitude, as temperaturas oscilaram em dezembro de 2021 entre 13°C e 15°C.⁷¹¹

Mais importante, contudo, em termos de risco de vida, são as temperaturas iguais ou acima de 45°C em países situados em latitudes muito diferentes, algumas inclusive muito distantes do cinturão equatorial, entre 2015 e janeiro de 2022, como mostra a Tabela 5.3:

Tabela 5.3 - Temperaturas máximas (entre 45°C e 54,4°C) entre 2015 e janeiro de 2022

| País | Temperatura | Data |
|---|-------------|------|
| Argentina ⁷¹² | 45°C | 2022 |
| Colômbia | 45°C | 2015 |
| Guiné-Conakri | 45°C | 2017 |
| África do Sul (Cidade do Cabo) ⁷¹³ | 45,2°C | 2022 |
| Índia (Nova Delí) ⁷¹⁴ | 45,4°C | 2020 |
| França (Verargues, Herault) | 46°C | 2019 |
| EUA (Colorado) | 46°C | 2019 |
| Chipre | 46,2°C | 2020 |
| Egito (Kharga) | 47°C | 2021 |
| Sudão (Cartum) | 47°C | 2021 |
| Grécia (Langadas) ⁷¹⁵ | 47,1°C | 2021 |
| EUA (Las Vegas) | 47,2°C | 2021 |
| Espanha | 47,3°C | 2017 |
| Qatar (Doha) | 48°C | 2021 |
| Itália (Siracusa, Sicília) ⁷¹⁶ | 48,8°C | 2021 |
| México (Gallinas) ⁷¹⁷ | 48,8°C | 2020 |
| Turquia (Cirze) ⁷¹⁸ | 49,1°C | 2021 |
| EUA (Chino, Califórnia) ⁷¹⁹ | 49,4°C | 2020 |
| EUA (Woodland Hills, Califórnia) ⁷²⁰ | 49,4°C | 2020 |
| Austrália (Port Augusta) ⁷²¹ | 49,5°C | 2019 |
| Canadá (Lytton) | 49,6°C | 2021 |
| Marrocos (Sidi Slimane) | 49,6°C | 2021 |
| Austrália (Nullarbor, South Austr.) | 49,9°C | 2019 |
| Tunísia (Kairouan) | 50,3°C | 2021 |
| Arábia Saudita (Al Qaysuma) | 50,4°C | 2021 |
| China (Xinjiang) | 50,5°C | 2017 |
| Austrália (Onslow) ⁷²² | 50,7°C | 2022 |
| Omã (Joba) | 51,6°C | 2021 |
| Índia (Phalodi, Rajastão) ⁷²³ | 51°C | 2016 |

| | | |
|-----------------------------------|--------|------|
| Argélia (Ourgla) ⁷²⁴ | 51,3°C | 2018 |
| Emirados Árabes Unidos (Sweihan) | 51,8°C | 2021 |
| Paquistão (Turbat) ⁷²⁵ | 53,7°C | 2017 |
| Iraque | 53,8°C | 2016 |
| Kuwait (Mitribah) | 53,9°C | 2016 |
| Irã (Ahvaz) ⁷²⁶ | 54°C | 2017 |
| EUA (Califórnia, Furnace Creek) | 54,4°C | 2020 |

Fonte: Wikipedia, List of Weather Records <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_weather_records>; OMM, “June ends with exceptional heat”, 29/VI/2021 <<https://public.wmo.int/en/media/news/june-ends-exceptional-heat>>; Mohammed Haddad, “Mapping the hottest temperatures around the world”. *Aljazeera*, 1/VII/2021. Bibi van der Zee, “More than 400 weather stations beat heat records in 2021”. *The Guardian*, 7/I/2022.

Em junho de 2021, a OMM afirmou ser difícil registrar todos os recordes de temperatura, tal sua quantidade.⁷²⁷ Em Lytton, na província de Colúmbia Britânica, no Canadá, a temperatura chegou em junho a 49,6°C, mais do dobro da temperatura média nessa cidade nesse mês (24°C). Na mesma província canadense, romperam-se no dia 27 de junho 60 recordes de temperatura e no dia 28, mais 59, obrigando o governo a fechar escolas e a abrir refúgios com ar condicionado.⁷²⁸ A Sicília bateu por quase 1°C o recorde europeu de 48°C (Atenas, 1977), ao registrar 48,8°C em Siracusa em agosto de 2021.⁷²⁹ As temperaturas no Kuwait estão tornando o país inabitável para os humanos e para outros animais. Em 2021, as temperaturas nesse país ultrapassaram pela primeira vez a marca de 50°C já em junho, ou seja, semanas antes do período de maior calor.⁷³⁰ Em 5 de julho de 2018, a cidade de Ourgala, na Argélia, atingiu 51,3°C, a maior temperatura medida de modo confiável na África. A temperatura mais baixa do dia 28 de junho de 2018 em Quiriyat, em Oman, foi 42°C.⁷³¹ A temperatura de 50,7°C atingida em Onslow na Austrália em janeiro de 2022 foi a mais alta já registrada no hemisfério sul.

No Brasil, temperaturas acima de 45°C serão em breve uma realidade. Em 5 de outubro de 2020, em Nova Maringá e em Água Clara, no Mato Grosso, a temperatura atingiu 44,6°C e em 4 e 5 de novembro, em Nova Maringá, o termômetro bateu em 44,8°C, sendo que houve quebras de recordes de calor em 2020 também em Cuiabá, Curitiba e Belo Horizonte.⁷³² Em janeiro de 2019 foram quebrados recordes de temperatura em Vitória, Belo Horizonte, Brasília e Goiânia.⁷³³ Nesse mesmo mês, em Santa Catarina, a temperatura atingiu 41,3°C na estação de Massaranduba e 41°C na Grande Florianópolis, definindo outros novos recordes.⁷³⁴ No Rio de Janeiro, um novo recorde de temperatura, 42,2°C, foi batido também em janeiro de 2019.⁷³⁵ Um estudo comparou ondas de calor em seis capitais do Brasil entre 1961 e 2014. Na cidade de São Paulo, ondas de calor acima de 32°C somavam apenas 13 dias em 1960, mas 25 em 2017, um aumento de quase 100%. Em outubro de 2014, a temperatura atingiu nessa cidade 37,8°C, a mais elevada dos registros do Inmet, iniciados em 1943. A média histórica para o mês de janeiro na cidade de São Paulo é de 27,7°C, mas entre 1º e 15 de janeiro de 2015, a média das temperaturas máximas diárias registradas na capital foi de 32,5°C, num momento em que a escassez absoluta de água era iminente.⁷³⁶

Essas temperaturas extremas mostram também, como afirma o editorial da *Nature* acima citado, que o calor está agora ameaçando de morte contingentes populacionais crescentes. E esses contingentes crescerão exponencialmente à medida que o aquecimento médio global ultrapassar 1,5°C nos próximos anos ou, no mais tardar, na próxima década. O IPCC (SR1.5 2018) enfatiza o salto de escala nos impactos de um aquecimento médio global de “apenas” 2°C acima do período pré-industrial, comparado com um aquecimento de 1,5°C.⁷³⁷

“Limitar o aquecimento global a 1,5°C em vez de 2°C pode resultar em cerca de 420 milhões de pessoas a menos expostas a ondas de calor extremo e cerca de 65 milhões a menos de pessoas expostas a ondas de calor excepcionais, assumindo vulnerabilidade constante (confiabilidade média)”.

A Figura 5.10 projeta a evolução dessas ondas de calor extremo até 2040.⁷³⁸

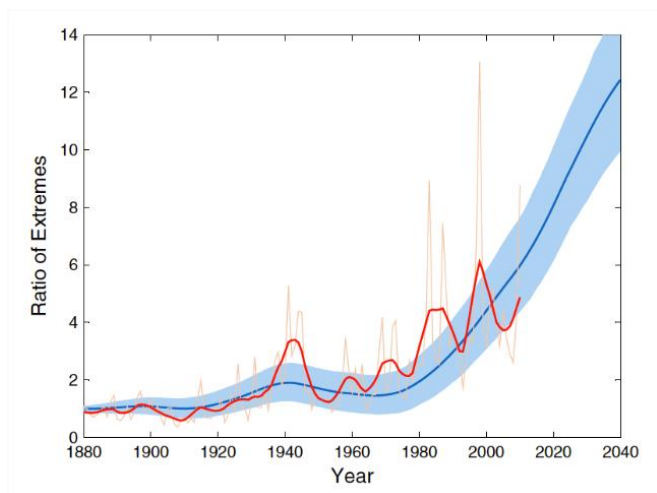


Figura 5.10 - Evolução constatada e projeções do número mensal de ondas de calor observadas em relação às que seriam de se esperar num mundo sem aquecimento global, entre 1880 e 2040. As linhas mais finas mostram a variabilidade dos dados anuais; a linha mais espessa mostra a evolução da média quinquenal. A linha central na mancha de incerteza indica as projeções a partir de um simples modelo estocástico baseado apenas na evolução do aquecimento médio global.

Fonte: Baseado em John Cook, "Global warming is increasing the risk of heatwaves", *Skeptical Science*, 2015 <<https://www.skepticalscience.com/heatwaves-past-global-warming-climate-change-intermediate.htm>>.

5.4 Ilhas de calor urbano e as regiões que se tornarão inabitáveis antes das demais

O Sexto Relatório do IPCC (AR6 WG I) assim define as ilhas de calor urbano (ICU):⁷³⁹

"Centros urbanos e as cidades são mais quentes do que as áreas rurais circundantes devido ao que é conhecido como efeito de ilha urbana de calor. Este efeito resulta de vários fatores, incluindo ventilação reduzida e retenção de calor devido à proximidade de edifícios altos, calor gerado diretamente pelas atividades humanas, pelas propriedades de absorção de calor do concreto e outros materiais de construção urbana e pela quantidade limitada de vegetação. (...) A urbanização exacerbou as mudanças nos extremos de temperatura nas cidades, em particular em extremos no período noturno (alta confiabilidade)".

Nessas ilhas, as concentrações e os labirintos de asfalto, pedra, pisos pavimentados e estruturas em concreto absorvem e reemitem calor, o que dificulta sua dissipação pelos ventos, diminui o resfriamento noturno e exacerba as temperaturas em até 10°C em relação a paisagens rurais circundantes com vegetação abundante e grandes corpos de água.⁷⁴⁰ Segundo o IPCC (AR6 WG II 2022), "globalmente, projeta-se que o estresse de calor urbano reduza a capacidade laboral em 20% nos meses quentes até 2050, comparado com a redução atual de 10%".⁷⁴¹ De fato, o impacto dessas concentrações urbanas já está inviabilizando o trabalho ao ar livre nas cidades em algumas regiões do planeta. Desde 2016, o Ministério do Trabalho do Kuwait proibiu o trabalho ao ar livre das 11:00 às 16:00 entre 1º de julho e 31 de agosto, dado o risco de exposição prolongada ao sol.⁷⁴² O relatório da Union of Concerned Scientists, intitulado *Too hot to work*, afirma que "trabalhadores ao ar livre nos EUA têm até 35 vezes maior risco de morrer por exposição ao calor do que a população geral". Os autores reportam a recomendação do Center for Disease Control (CDC), segundo a qual o trabalho ao ar livre deve ser cancelado e reagendado sempre que a temperatura exceder 42,2°C (108°F), dada a gravidade dos riscos. E alertam, enfim, que:⁷⁴³

“Com ação lenta ou nenhuma ação para reduzir as emissões globais e assumindo nenhuma mudança no número de trabalhadores ao ar livre, a exposição desses trabalhadores da nação a dias com um índice de calor acima de 100°F [37,7°C] aumentará três ou quatro vezes em meados do século.”

Já em julho 2017, esses picos de calor extremo implicaram o cancelamento de dezenas de voos em Phoenix, porque os aviões não foram projetados para decolar a temperaturas acima de 47°C. Num próximo futuro, o aquecimento deve restringir as condições operacionais de cinco modelos de aviação comercial em 19 grandes aeroportos.⁷⁴⁴ Problemas desse tipo foram relatados no aeroporto internacional de Las Vegas em julho de 2021.⁷⁴⁵ No verão de 2021, fechou-se à visitação o Parthenon em Atenas, sob um calor de 42°C, entre 12:00 e 17:00 horas e é provável que, num futuro não distante, muitas regiões do Mediterrâneo fiquem inacessíveis ao turismo durante boa parte do ano.

Como mostra a Tabela 5.3, a temperatura ultrapassou 46°C desde 2016 em 23 países. Quinze deles estão no Mediterrâneo e no Oriente Médio (Chipre, Espanha, Itália, Grécia, Turquia, Egito, Argélia, Tunísia, Marrocos, Irã, Iraque, Emirados Árabes Unidos, Omã, Arábia Saudita e Qatar), quatro na Ásia e na Oceania (China, Índia, Paquistão e Austrália), três na América do Norte (México, EUA e Canadá) e um no Sahel (Sudão). Nada menos que 20 desses registros em 16 países apresentaram temperaturas acima de 49°C, sendo que 13 desses registros em 13 países sofreram temperaturas acima de 50°C. Como constata Jean Jouzel, ex-vice-presidente do IPCC, a respeito da onda de calor canadense, em julho de 2021, “a temperaturas próximas de 50°C, entramos em um mundo no qual não se pode controlar mais nada. As aldeias se incendiam, a natureza é destruída, há perdas humanas e as infraestruturas não resistem”.⁷⁴⁶

Os 23 países acima elencados estão entre os que possuem as regiões ao mesmo tempo mais quentes e mais secas do mundo. Essas regiões serão possivelmente as primeiras do planeta a se tornarem inabitáveis para os humanos e outros animais, já no próximo ou próximos decênios ou, no mais tardar, na segunda metade do século. Lar de mais de 540 milhões de pessoas, o Mediterrâneo está se aquecendo 20% mais rapidamente do que a média global, o que significa que ele já ultrapassou o patamar de 1,5°C acima do período pré-industrial e partes dele podem se tornar inabitáveis durante os picos de calor já no horizonte deste século.⁷⁴⁷ No que se refere, por exemplo, ao Oriente Médio e ao Norte da África, segundo George Zittis e colegas:⁷⁴⁸

“Em cenários de altas emissões e concentrações de GEE, em partes do Oriente Médio, por exemplo, perto do Golfo Pérsico, projeta-se que o efeito combinado de alta temperatura e umidade possa atingir ou mesmo exceder os limites da adaptabilidade humana. (...) Considerando intensidades moderadas de intensificação das Ilhas de Calor Urbano, prevemos que a temperatura máxima durante as ondas de calor ‘super-extremas’ e ‘ultra-extremas’ em alguns centros urbanos e megacidades no Oriente Médio e no Norte da África poderiam atingir ou mesmo exceder 60°C, o que seria tremendamente disruptivo para a sociedade. A humanidade nesses locais dependerá do resfriamento interno e externo ou será forçada a migrar”.

Depender de refúgios públicos dotados de equipamentos de ar condicionado, tal como ocorreu em junho de 2021 na Colúmbia Britânica, no Canadá, pode ser um bom procedimento emergencial, mas não é obviamente uma solução, mesmo para os países ricos. Segundo estimativas propostas por Renee Obringer e colegas (2021), um aquecimento médio global de 1,5°C acima do período pré-industrial, já inevitável (como se verá no próximo capítulo), deve implicar um aumento entre 5% e 8,5% na demanda de ar condicionado nos EUA, e um aquecimento de 2°C implicaria um aumento de 13% (11% a 15%), se comparados à média de 2005-2019. Sem medidas específicas de adaptação, a sobrecarga na rede decorrente desse aumento de demanda seria suficiente para engendrar alto risco de queda de oferta de energia elétrica em 75 milhões de residência/dias ou quase 15 dias nos verões em alguns estados dos EUA.⁷⁴⁹

Na China, houve cerca de 26.800 mortes relacionadas a ondas de calor em 2019, uma tendência claramente crescente em relação a anos recentes.⁷⁵⁰ Na Índia, registraram-se 31 mil mortes em 2018 em ondas de calor em pessoas com mais de 65 anos de idade.⁷⁵¹ A Índia já é, e será sempre mais, um dos locais mais mortíferos do planeta por excesso de calor. Das 15 localidades mais quentes do mundo em 2020, 10 estavam na Índia.⁷⁵² Houve um aumento de 61% no número dessas mortes no país entre 2004 e 2013, segundo dados do National Crime Records Bureau (NCRB).⁷⁵³ Nos 11 anos entre 2005 e 2015 houve sete anos nos quais ondas de calor causaram mais de mil mortes, contra apenas dois anos nos 13 anos entre 1992 e 2004.⁷⁵⁴ Entre 2013 e 2016, houve registro de 4.620 mortes por excesso de calor nos estados de Andra Pradexe e Telangana, no Sudoeste da Índia.⁷⁵⁵ Apenas em maio de 2015, em várias regiões do país a temperatura ultrapassou regularmente 47°C, com registro de 2.500 vítimas fatais, a maior parte de trabalhadores pobres, urbanos e rurais.⁷⁵⁶ Em junho desse mesmo ano, essa onda de calor extremo atingiu o Paquistão com temperaturas até 49°C, e causou cerca de 2.000 mortes. Ambos os países foram vítimas de ondas de calor extremo igualmente em 2017 e em 2018, com temperaturas até 51°C e numerosas mortes. Por terríveis que sejam, esses números de vítimas fatais do calor são muito subestimados. Segundo Dileep Mavalankar, diretor do Indian Institute of Public Health (IIPH), “considerando apenas as mortes por insolação clinicamente certificadas, elas representam apenas 10% do total das mortes por excesso de calor. (...) Mortes por excesso de calor são como um iceberg, 90% delas não são visíveis”.⁷⁵⁷

O Rajastão, situado a NO da Índia, na fronteira com o Paquistão, é o maior e um dos mais quentes estados do país, com perto de 70 milhões de habitantes. As temperaturas nessa região e em áreas adjacentes já ultrapassam com frequência 50°C no verão. Entre março e maio de 2022, antes portanto do pico sazonal de calor, os termômetros já marcavam temperaturas superiores a 49°C nessa e em outras regiões da Índia e do Paquistão, com 49,5°C cravados em Nawabshah no Paquistão.⁷⁵⁸ Como bem reitera Sophie Landrin, “a Índia e o Paquistão são considerados entre os países mais vulneráveis às mudanças climáticas. Territórios como o Rajastão correm o risco de se tornar inabitáveis a curto prazo”.⁷⁵⁹ Após o Rajastão, outras regiões da Índia e do Paquistão se tornarão igualmente inabitáveis. Segundo Pangaluru Kishore e colegas (2022):⁷⁶⁰

“Em um cenário de Trajetória de Concentração Representativa 4,5 [RCP 4,5 W/m² em 2100], o risco de ondas de calor [na Índia] deverá aumentar dez vezes durante o século XXI. (...) Simulações de modelos indicam a ocorrência de ondas de calor sem precedentes no futuro nunca observadas no período observacional”.

As estimativas reportadas por Landrin são de que em 50 anos 1,2 bilhão de pessoas na Índia viverão em áreas tão quentes quanto o Saara, se as emissões de GEE continuarem aumentando. E elas devem continuar aumentando, inclusive com a contribuição da própria Índia, país no qual, hoje, mais de 60% da demanda de energia industrial é atendida pela queima de combustíveis fósseis, mais da metade na forma de carvão. E esse aumento do consumo continuará de par com uma crescente escassez de recursos hídricos. De fato, a AIE reporta projeções segundo as quais, “mantidas as tendências atuais, metade da demanda de água da Índia não será atendida até 2030”.⁷⁶¹ Em *The Ministry for the Future* (2020), Kim Stanley Robinson propõe uma narrativa cujo ponto de partida é uma onda de calor que extermina 20 milhões de indianos. O autor imagina um quadro de traumas individuais e sociais daí decorrentes que, talvez, nada ou muito pouco tenha de ficcional já no próximo ou nos próximos decênios.

6. Quanto aquecimento é já inevitável?

Nous sommes d'ores et déjà pleinement entrés dans le 'futur climatique'.

*"Le SOS de 700 scientifiques"
Libération, 7/IX/2018*

"A temperatura superficial global continuará a crescer ao menos até meados do século em qualquer cenário de emissões considerado".

IPCC (AR6 WG I SPM
2021)⁷⁶²

“Já entramos plenamente no ‘futuro climático’”, tal é a frase em epígrafe que inicia o manifesto “Emergência Climática. SOS de 700 cientistas”, lançado pelo jornal *Libération* em setembro de 2018.⁷⁶³ Ela indica a inevitabilidade de um aquecimento futuro maior do que o atingido presentemente, quaisquer que sejam as medidas de mitigação adotadas. O último relatório do IPCC (AR6 WG I 2021), também citado em epígrafe, reitera que a temperatura média global continuará aumentando, em qualquer cenário de diminuição de emissões, mesmo que, por hipótese, as emissões de GEE cessassem imediatamente. Não apenas mais aquecimento já está comprometido, mas também o conjunto dos desequilíbrios climáticos em curso no sistema Terra. É o que afirma com grande assertividade o mesmo relatório:⁷⁶⁴

“Derretimento por décadas ou séculos dos glaciares montanhosos e as geleiras polares estão já comprometidos (confiabilidade muito alta). A perda de carbono do permafrost após seu degelo é irreversível em escalas de tempo de séculos (alta confiabilidade). A perda contínua de gelo ao longo do século XXI é virtualmente certa para o manto de gelo da Groenlândia e provavelmente para o manto de gelo da Antártida. (...) Há virtual certeza de que o nível médio global do mar continuará a aumentar ao longo do século XXI. (...) A mais longo prazo, por séculos a milênios, mais elevação do nível do mar está já comprometida, dados o contínuo aquecimento do oceano profundo e o derretimento da camada de gelo; esse nível permanecerá elevado por milhares de anos (alta confiabilidade)”.

Erupções vulcânicas, oscilações oceânicas, tais como a Oscilação Decadal do Pacífico, ou um La Niña, como o de 2020-2021, ainda em curso em 2022, por exemplo, são componentes da variabilidade natural do sistema climático e podem mascarar momentaneamente a aceleração do aquecimento, mas a tendência a temperaturas médias globais maiores continuará e os correlativos extremos climáticos – furacões, ondas de calor e frio, recordes de calor, secas e inundações etc. – se intensificarão. Um maior aquecimento futuro já é inevitável, já está, por assim dizer, comprometido pelas emissões de GEE passadas.

O clima responde de modo defasado às emissões e concentrações atmosféricas de GEE. Sua resposta tem um componente de curto prazo, vale dizer, no horizonte de um ou dois decênios, e outra de longo prazo, que pode ser medida em muitos decênios, em séculos e, no limite, em milênios. Essa resposta de longo prazo deve-se a vários fatores. Um deles é o fato de que os oceanos, que cobrem 70% da superfície terrestre com uma profundidade média de quatro quilômetros, têm uma imensa inércia térmica, isto é, sua absorção de calor ocorre de modo muito lento. Num livro centrado sobre os problemas que devem ser confrontados no decênio atual, a resposta de curto prazo é a que interessa mais de perto. Começamos, contudo, por examinar muito brevemente a resposta de longo prazo.

6.1 O aquecimento futuro de longo prazo determinado pelas emissões passadas

Uma primeira e mais simples forma de entender o aquecimento futuro já comprometido, já abordada no capítulo 5 (seção 5.1), é fornecida pelo crescente Desequilíbrio Energético do Planeta (DET). Num famoso Ted Talk de 2012, James Hansen afirmava:⁷⁶⁵

“Há um desequilíbrio temporário de energia. Mais energia está entrando do que saindo da Terra e esse desequilíbrio permanecerá até que a Terra se aqueça o suficiente para irradiar novamente para o espaço tanta energia quanto absorve do sol. (...) Mais aquecimento já está a caminho e isso ocorrerá mesmo sem adição de mais gases de efeito estufa à atmosfera”.

Lembremos o que foi visto no capítulo 5: a Terra entrou em crescente desequilíbrio energético desde os anos 1970, de tal modo que entre 1978 e 2018 ela acumulou um ganho total de calor da ordem de 358 ± 37 Zettajoules (ZJ). Portanto, como afirmam Karina von Schuckmann e colegas, para que a Terra retorne ao seu equilíbrio climático as concentrações atmosféricas de CO₂ precisam baixar do seu patamar atual, em torno de 415 a 420 partes por milhão (ppm), para algo próximo de 350 ppm.⁷⁶⁶ Enquanto esse superavit da energia incidente do sol sobre a energia dissipada pela Terra permanecer, ocorrerá ganho de energia no sistema Terra – hoje de cerca de 1 Watt por m², medido no topo da atmosfera –, implicando maior aquecimento futuro. Esse aquecimento futuro inevitável só cessará quando o planeta, tendo passado a um patamar superior de aquecimento, restaurar seu equilíbrio energético, vale dizer, dissipar tanta energia para o espaço sideral quanto a recebe do sol.

Uma segunda forma de entender esse aquecimento futuro inevitável de longo prazo é através da páleo-climatologia. Dado que, em épocas geológicas progressas (por exemplo, no Período Terciário: 66 milhões a 2,6 milhões de anos antes do presente), a Terra apresentou concentrações atmosféricas de GEE muito mais elevadas, o que implicou temperaturas muito maiores, comparar as anteriores composições químicas da atmosfera com a composição atual pode nos instruir sobre a magnitude da tendência de aquecimento futuro. Em 2021, essas concentrações oscilaram sazonalmente entre 413 e 421,2 ppm (3 de abril de 2021⁷⁶⁷). Como visto no capítulo 4 (seção 4.4 Concentrações atmosféricas de GEE sem precedentes nos últimos 3 milhões de anos), concentrações atmosféricas de CO₂ só superaram 400 partes por milhão (ppm) há pelo menos 2 milhões (IPCC)⁷⁶⁸ ou mesmo há mais de 3 milhões de anos, isto é, durante o Plioceno, a última época do Terciário, quando a temperatura estava 2°C a 3°C acima do período pré-industrial.⁷⁶⁹ Dado que as concentrações atmosféricas de GEE são um fator estruturante do sistema climático, o clima futuro a longo prazo deve corresponder em linhas gerais ao clima do Plioceno.

Isso posto, há incerteza sobre a velocidade e sobre o montante desse aquecimento inevitável, a partir das concentrações atmosféricas de GEE já existentes. Em geral, admite-se que, num cenário teórico de emissões líquidas zeradas hoje, o aquecimento já comprometido pelas emissões passadas de GEE deveria ser de cerca de 0,6°C acima do aquecimento médio dos anos 1980-1999, podendo atingir no máximo 0,9°C até 2090-2099. Em 2007, em seu Quarto Relatório de Avaliação (AR4 WG I), baseado num trabalho de James Hansen e colegas,⁷⁷⁰ o IPCC confirmava esse prognóstico.⁷⁷¹

“O aquecimento médio multi-modelo, mantidos constantes todos os forçamentos radiativos no ano 2000 (...) é de cerca de 0,6°C para o período de 2090 a 2099 em relação ao período de referência 1980 - 1999. (...) [A] faixa de incerteza provável é de 0,3 °C a 0,9°C. [James] Hansen et al. (2005) calculam o desequilíbrio de energia atual da Terra em 0,85 W/m², implicando que o aquecimento global ainda não realizado é de cerca de 0,6°C, isto sem qualquer aumento adicional no forçamento radiativo”.

Em 2014, o IPCC (AR5) retomava essa avaliação de 2007 de modo quase idêntico, sugerindo um “aquecimento adicional de cerca de 0,5°C, 200 anos após a estabilização do forçamento radiativo”.⁷⁷² Em 2018, o IPCC (SR1.5) explicitava essa percepção nos seguintes termos:⁷⁷³

“É improvável que as emissões antropogênicas (incluindo gases de efeito estufa, aerossóis e seus precursores) até o presente causem um aquecimento adicional de mais de 0,5°C nas próximas duas a três décadas (alta confiabilidade) ou em uma escala de tempo de um século (média confiabilidade).”

O Sexto Relatório do IPCC (AR6 WG I 2021) reitera que mesmo no cenário de mais extrema redução das emissões (SSP1-1.9), os modelos mostram um aquecimento futuro inevitável acima de 1,5°C em meados do século em relação ao período pré-industrial. Em todo o caso, se, por hipótese, as emissões líquidas de GEE tivessem sido zeradas em 2018 ou em 2021, as concentrações atmosféricas desses gases nos levariam, sempre segundo o IPCC, a um aquecimento futuro não muito superior a 1,5°C.

Mais recentemente, contudo, Chen Zhou e colegas propuseram, ao contrário, que esse aquecimento de longo prazo já comprometido pelas emissões passadas será da ordem de 2,3°C a 2,8°C acima do período pré-industrial, muito maior, portanto, do que o aquecimento inevitável anteriormente admitido.⁷⁷⁴ A tese central desse trabalho foi bem explicitada num breve vídeo produzido por Andrew Dessler, um dos autores do trabalho. Trata-se da crítica de um equívoco em que incorrem as projeções da magnitude do aquecimento futuro já comprometido. Este equívoco consistiria em assumir que esse aquecimento futuro pode ser previsto a partir da observação de aquecimentos em épocas passadas. “A principal conclusão de nosso trabalho é que supor que as mudanças futuras no sistema climático seguirão as mudanças passadas é uma má suposição”.⁷⁷⁵ Isso porque, segundo os autores, a resposta das nuvens (*cloud feedback*) ao aquecimento futuro será diferente do que foi sua resposta ao aquecimento passado. A Figura 6.1 indica os diferentes níveis de aquecimento global nas diversas latitudes do planeta, com mais lento aquecimento do oceano austral (em torno da latitude -60°). A presença desse menor aquecimento regional subjacente a uma atmosfera que continua se aquecendo em decorrência do aquecimento global favoreceu a formação localizada de nuvens baixas, que refletem de volta para o espaço a radiação solar, diminuindo assim o aquecimento médio global.

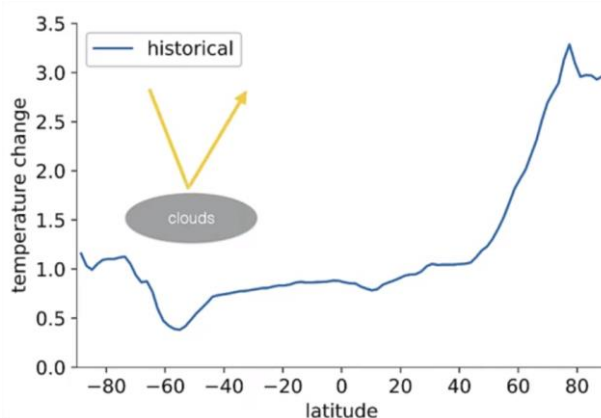


Figura 6.1 - Aquecimento global da atmosfera nas diversas latitudes do planeta (1850-2020). Há um mais lento aquecimento do oceano austral (-60°), devido à formação de nuvens baixas que refletem de volta para o espaço a radiação solar, produzindo um padrão regional de menor aquecimento. Fonte: Andrew E. Dessler, “Committed warming paper explained”, 9/1/2021 <<https://www.youtube.com/watch?v=LV9aCiyui18>>; Chen Zhou *et al.*, “Great committed warming after accounting for the pattern effect”. *Nature Climate Change*, 11, 2021, pp. 132-136.

Quando os autores superpõem essas observações históricas com os modelos de sensibilidade climática em equilíbrio (ECS⁷⁷⁶), isto é, com a resposta de longo prazo do sistema climático à

duplicação das concentrações atmosféricas de CO₂, observa-se que esse efeito de mais lento aquecimento regional desaparece. A partir dessa observação, Dessler e colegas podem concluir:⁷⁷⁷

“Esse aquecimento do oceano austral ainda não aconteceu, não está no registro histórico. Portanto, usar o registro histórico como uma métrica para estimar o aquecimento futuro irá ignorar este processo e subestimar o aquecimento futuro. Quando contabilizamos esse processo, descobrimos que o aquecimento comprometido tem um valor mais provável de cerca de 2,5°C [2,3°C-2,8°C] acima do período pré-industrial. (...) Este é o aquecimento comprometido apenas em função das emissões já ocorridas.”

Deve-se insistir, como fazem os autores, que esse aquecimento futuro inevitável em decorrência das emissões passadas ocorrerá ao longo de um lento processo de aquecimento condicionado pela grande inércia térmica dos oceanos. Estamos falando, provavelmente, de séculos para que a maior parte desse aquecimento já inevitável ocorra.

6.2 A questão da data limite para conter o aquecimento em 1,5°C – 2°C

Qualquer mudança de longo prazo nas temperaturas do planeta começa a curto prazo, ou seja, uma pequena parte desse aquecimento de longo prazo já está em ação. Embora isso seja óbvio, convém sempre destacar que, por lento e de longo prazo que seja, o aquecimento inevitável decorrente das emissões passadas está em ação a cada instante do presente. Além disso – e muito mais importante –, todas as estimativas de aquecimento futuro inevitável partem de uma premissa abstrata, qual seja a suposição teórica e apenas para efeito de modelagem, de concentrações atmosféricas de GEE estabilizadas no momento do cálculo. Esta estabilização requereria emissões líquidas zeradas, alvo ambicionado para 2050 e do qual o sistema econômico vigente está, dia a dia, se distanciando. Essa suposição é, portanto, um artefato teórico que nada tem a ver com o mundo real. Como visto no capítulo 4 (seções 4.3 e 4.4), as emissões globais de CO₂ deram um salto de 6% em 2021 em relação a 2020 e vem-se observando uma forte aceleração do ritmo de aumento das concentrações atmosféricas de CO₂. Neste terceiro decênio, é provável que o ritmo dessa taxa média de aumento alcance 3 partes por milhão (ppm) por ano. Em consequência disto, a evolução linear do aquecimento médio global passou de 0,18°C por década entre 1970 e 2015 para 0,32°C por década entre 2016 e 2021, com projeção de 0,36°C por década entre 2016 e 2040, como visto no capítulo precedente.⁷⁷⁸

Diante disso, não surpreende a mensagem central do Sexto Relatório do IPCC (WG III 2022): para manter uma chance maior de 50% de conter o aquecimento médio global em 1,5°C acima do período pré-industrial as emissões de GEE devem começar a diminuir por efeito de uma “ação imediata” (*immediate action*) e no mais tardar “antes de 2025”. Leiamos o texto:⁷⁷⁹

“Projeta-se que as emissões globais de GEE atinjam o pico entre 2020 e, no mais tardar, antes de 2025 em trajetórias globais modeladas que limitam o aquecimento a 1,5°C (> 50%) sem ultrapassagem (*overshoot*) ou ultrapassagem limitada [de um aquecimento de 1,5°C], bem como naquelas trajetórias que limitam o aquecimento a 2°C (> 67%), assumindo uma ação imediata. Em ambos os tipos de trajetória modeladas, reduções rápidas e profundas de emissões de GEE continuam ao longo de 2030, 2040 e 2050 (alta confiabilidade). Sem o fortalecimento de políticas além das implementadas até o final de 2020, as emissões de GEE devem aumentar além de 2025, levando a um aquecimento global médio de 3,2 [2,2°C a 3,5°C] °C até 2100 (confiança média)”.

Convém destacar cinco pontos deste parágrafo:

1. Se as emissões de GEE começarem a declinar em 2025, ou *a fortiori* após essa data, já será tarde demais para que as chances de conter o aquecimento em 1,5°C sejam maiores que 50% (ou maiores que 67% para um aquecimento de 2°C).
2. Mesmo que as emissões de GEE comecem a declinar antes de 2025, as chances de ultrapassagem irreversível de 1,5°C são bastante elevadas, pois apenas iguais ou menores de 49%. Além disso, não se exclui um *overshoot* moderado, ou seja, a ultrapassagem reversível de um aquecimento superior a 1,5°C.
3. Após as emissões de GEE começarem a declinar no mais tardar antes de 2025, esse declínio deve prosseguir de modo rápido e profundo sucessivamente.
4. Os esforços de mitigação devem ser mais radicais do que os envidados até o final de 2020.
5. Essa projeção assume “ação imediata” em 2022, o que não está ocorrendo.

Dado que os relatórios do IPCC devem ser aprovados pelos governos e dado que não podem assumir um caráter prescritivo, a formulação encontrada pelos autores desse texto foi extraordinariamente habilidosa. Sua mensagem real é, contudo, inequívoca: não há mais chance alguma, no mundo real, de conter o aquecimento em 1,5°C, pois as chances de que as emissões de GEE comecem a diminuir nos próximos dois ou três anos, e continuem a diminuir sucessivamente de modo “rápido e profundo”, são zero ou muito próximas de zero. A data limite para atingir o pico e iniciar, em seguida, uma vigorosa diminuição das emissões de GEE, de modo a manter uma chance considerável de conter o aquecimento global em 1,5°C - 2°C provavelmente já passou. Era 2020. Uma rápida retrospectiva das posições da comunidade científica e do próprio IPCC demonstra-o claramente.

Em 2018, o IPCC traçou diversos cenários através dos quais podíamos limitar o aquecimento médio global a cerca de 0,5°C acima do aquecimento médio atual em relação ao período pré-industrial (~1,2°C em 2019). O único cenário que admitia ainda alguma chance de conter o aquecimento nesse nível, o cenário RCP 2.6 W/m², requeria que o pico de emissões de GEE não fosse protelada para uma data além de 2020. Esse fato foi mais uma vez lembrado em 2020, por Tom Rivett-Carnac e Christiana Figueres,⁷⁸⁰ e em 2019 por Peter Carter, em uma entrevista concedida na COP25.⁷⁸¹ Já em 2008, Andrew Simms e Viki Johnson estimavam que havia ainda uma janela de oportunidade de 100 meses, cerca de 8 anos, antes de que já não fosse mais “provável” a chance de conter o aquecimento em 2°C.⁷⁸² Desde 2016, quando o Acordo de Paris entrou em vigor, muitos cientistas já admitiam que a meta de manter o aquecimento global “bem abaixo” de 2°C era inviável ou extremamente difícil, mesmo se as promessas de redução das emissões concertadas na COP21, em 2015, fossem honradas pelos signatários do Acordo (e obviamente não o foram, como bem mostra o gráfico da Figura 4.8 do capítulo 4). Chris Field, co-diretor do IPCC, por exemplo, declarou em agosto de 2016: “A meta de 1,5°C parece agora impossível ou ao menos uma tarefa muito, muito difícil. Não devemos ter ilusões sobre a tarefa que temos pela frente.”⁷⁸³ Kevin Trenberth, do National Center for Atmospheric Research (NCAR), declarou também em 2016 ao *The New York Times*: “Não vejo em absoluto como não ultrapassaremos o limite de 1,5°C na próxima década ou num prazo do gênero”.⁷⁸⁴

A eleição de Donald Trump em novembro de 2016 tornou ainda mais remotas as chances de conter o aquecimento neste nível, pois o segundo maior emissor de GEE do planeta estava agora sob o comando de um presidente ostensivamente negacionista. Em janeiro de 2017, Andrew Simms publicou o resultado de uma enquete entre diversos cientistas sobre como avaliavam as chances de conter o aquecimento médio global em 2°C acima do período pré-industrial. A resposta de Gavin Schmidt, diretor do Goddard Institute for Space Studies, da NASA, foi inequívoca: “A inércia no sistema (oceanos, economias, tecnologias, pessoas) é substancial e...

até agora os esforços não são compatíveis com o objetivo”.⁷⁸⁵ Joanna Haigh, co-diretora do Grantham Institute for Climate Change and Environment, era igualmente de opinião de que “não há qualquer chance, nos níveis atuais de emissões de carbono” de atingir o objetivo 1,5°C – 2°C.⁷⁸⁶ Glen Peters, pesquisador do Cicero, da Noruega, fornecia uma resposta não menos contundente: “já emitimos demais”.⁷⁸⁷ A mesma percepção foi ecoada por Alice Larkin, do Tyndall Centre for Climate Change Research da Universidade de Manchester, por Chris Vernon, do Hadley Centre for Climate Change, do Met Office britânico e por Bill McGuire, da University College de Londres. Barry McMullin, da Dublin City University, é ainda mais categórico: “A questão em aberto para mim não é se vamos romper a barreira de 2°C, mas quão cedo”.⁷⁸⁸ “Em resumo”, concluía então Andrew Simms, “nenhum dos cientistas questionados pensava ser provável que a meta de 2°C viesse a ser atingida”.⁷⁸⁹

Ainda em 2017, Hans Joachim Schellnhuber, uma das mais emblemáticas lideranças na ciência do clima, afirmou que para guardar alguma esperança razoável de manter o aquecimento médio global em um nível não superior a 2°C em relação ao período pré-industrial: “é preciso abandonar completamente o uso de carvão na geração de energia elétrica até 2030”.⁷⁹⁰ Como visto no capítulo 4 (seção 4.1 O pico do consumo de combustíveis fósseis não está à vista neste decênio), há ainda em operação no mundo mais de quatro mil usinas termelétricas movidas a carvão,⁷⁹¹ responsáveis por um terço das emissões globais de carbono. Sempre em 2017, Jean Jouzel, ex-vice-presidente do IPCC, advertia que “para manter alguma chance de permanecer abaixo dos 2°C é necessário que o pico das emissões seja atingido no mais tardar em 2020”.⁷⁹² Recentemente, James Hansen e Makiko Sato, citados no capítulo precedente, reafirmaram, enfim, que a ultrapassagem do patamar 1,5°C deve ocorrer “provavelmente durante os anos 2020”.⁷⁹³

Ciente desse desafio, um grupo de cientistas, coordenados por Stephan Rahmstorf, lançou em abril de 2017 a campanha *2020 The Climate Turning Point*, em cujo Prefácio se reafirmava a meta mais ambiciosa do Acordo de Paris (1,5°C - 2°C).⁷⁹⁴ O texto esclarecia que:⁷⁹⁵

“No marco do Acordo de Paris, as nações do mundo se comprometeram a ‘manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e envidar esforços para limitar o aumento da temperatura em 1,5°C acima dos níveis pré-industriais’. Essa meta é considerada necessária para evitar riscos incalculáveis à humanidade, e é factível – mas realisticamente apenas se as emissões globais atingirem o pico até o ano de 2020, no mais tardar”

Esse documento norteou então a criação por diversas lideranças científicas e diplomáticas da *Missão 2020* (M2020), cujo objetivo era generalizar a percepção de que 2020 era a data limite para o pico das emissões de GEE:⁷⁹⁶

“Para atingir a meta de longo prazo de uma economia descarbonizada, ação imediata é necessária. Se a proposta é atingir a neutralidade carbono até 2050, então precisamos virar o jogo até 2020. O trabalho duro começa agora. No dia seguinte ao Acordo de Paris, nasce assim a Missão 2020, no fito de injetar urgência e otimismo na economia”.

A *Missão 2020* definia metas básicas em seis marcos – energia, transporte, uso da terra, indústria, infraestrutura e finanças –, de modo a tornar declinante a partir de 2020 a curva das emissões de GEE e colocar o planeta numa trajetória consistente com o Acordo de Paris. Na Apresentação da campanha, Christiana Figueres e colegas escreviam:⁷⁹⁷

“Nossa missão é promover ações urgentes para limitar os efeitos da mudança climática, especialmente para as pessoas e países mais vulneráveis. Com colaboração radical e otimismo obstinado, dobraremos a curva das emissões globais de gases de efeito estufa até 2020, permitindo que a humanidade floresça”.

Até 2020... Ninguém exprime o significado dessa data limite de modo mais peremptório do que Thomas Stocker, co-diretor do IPCC entre 2008 e 2015. De resto, sua extrema assertividade é rara na linguagem científica e deve ser entendida como um verdadeiro ultimato:⁷⁹⁸

“Dilação e esforços insuficientes de mitigação fecham permanentemente as portas para limitar o aquecimento médio global. O ano de 2020 é crucial para a definição das ambições globais sobre a redução das emissões. Se as emissões de CO₂ continuarem a aumentar além dessa data, as metas mais ambiciosas de mitigação tornar-se-ão inatingíveis”⁷⁹⁹.

Os anos mais importantes da história da humanidade

Ao apresentar o Relatório Especial do IPCC de 2018 sobre o aquecimento global de 1,5°C (SR1.5 2018), Debra Roberts,⁸⁰⁰ uma das codiretoras desse Relatório, sublinhava a dimensão histórica transcendental dessa data: “As decisões que fizermos hoje são críticas para assegurar um mundo seguro e sustentável para todos, agora e no futuro. (...) Os próximos poucos anos serão provavelmente os mais importantes de nossa história”.⁸⁰¹ E Amjad Abdulla, representante dos SIDS (Small Islands Developing States) nas negociações climáticas, acrescentava, acerca desse Relatório de 2018: “Não tenho dúvidas de que os historiadores considerarão retrospectivamente esses resultados como um momento definidor no curso da história humana”.⁸⁰² Lembremos, de resto, que esse Relatório de 2018 foi encomendado pela ONU justamente a pedido dos países do SIDS, que serão tragados pelas águas em alguns decênios, de modo a poderem processar os países chamados desenvolvidos por não terem respeitado os compromissos assumidos no Acordo de Paris.⁸⁰³ Em *The Second Warning: A Documentary Film* (2018), divulgação do manifesto *The Scientist’s Warning to Humanity: A Second Notice*, lançado por William Ripple e colegas em 2017 e endossado por cerca de 20 mil cientistas, a filósofa Kathleen Dean Moore faz suas as declarações acima mencionadas: “Estamos vivendo um ponto de inflexão. Os próximos poucos anos serão os mais importantes da história da humanidade”.⁸⁰⁴

Assumindo plenamente sua responsabilidade de incentivar e coordenar os esforços de governança global, António Guterres, secretário-geral da ONU, alertava em setembro de 2018, e em termos não menos peremptórios, que 2020 era uma data crucial a ser respeitada:⁸⁰⁵

“Estamos enfrentando uma ameaça existencial direta. Se não mudarmos de trajetória até 2020, correremos o risco de ultrapassar o ponto em que podemos evitar uma mudança climática desenfreada (*runaway climate change*), com consequências desastrosas para as pessoas e para todos os sistemas naturais que nos sustentam”.

Chegado o ano de 2019, o World Resources Institute (WRI) fez um primeiro balanço dos progressos realizados em direção às metas da *Missão 2020*. Sem surpresa, ele constatava: “na maioria dos casos, a ação é insuficiente ou não houve progresso”.⁸⁰⁶ Nenhuma das seis metas acima enunciadas pela *Missão 2020* fora até então alcançada. Em dezembro desse ano, em seu discurso de abertura da COP25, Hoesung Lee, atual presidente do IPCC, alertou pela enésima vez os diplomatas e o mundo, repisando ainda a importância crucial do ano de 2020: “Nossas avaliações mostram que a estabilização das mudanças climáticas requer que as emissões de gases de efeito estufa atinjam seu pico no próximo ano, mas as emissões continuam a crescer, sem dar sinal de inflexão num futuro próximo.”⁸⁰⁷ Os resultados pífios da COP25 varreram, enfim, definitivamente, as últimas esperanças de uma diminuição iminente das emissões globais de GEE. Em dezembro de 2020, malgrado a persistência da pandemia da Covid-19, essas emissões já haviam superado as de dezembro de 2019 e as avaliações da United in Science, publicadas em setembro de 2021, afundavam o último prego no caixão das metas mais ambiciosas do Acordo de Paris e dos seis objetivos da *Missão 2020*.⁸⁰⁸

“Segundo estimativas preliminares, em janeiro-julho de 2021, as emissões globais nos setores de energia e indústria já estavam no mesmo nível ou ainda maiores do que no mesmo período em

2019, antes da pandemia, enquanto as emissões do transporte rodoviário permaneceram cerca de 5% menores. Nesses 7 meses, excluindo a aviação e o transporte marítimo, as emissões globais ficaram em média nos mesmos níveis de 2019”.

A COP26, enfim, nada trouxe de tangível no que se refere à redução *imediate* das emissões de GEE. Nem o trarão, obviamente, a COP27 e a COP28, a se realizarem, respectivamente, no Egito e nos Emirados Árabes Unidos, país em que o setor de petróleo e gás contribui, segundo dados de 2018, com 26% do seu PIB e com 36% das receitas do Estado...

6.3 O orçamento de carbono restante: “Três anos para salvar nosso clima”

“Em essência, temos zero anos para evitar uma mudança climática perigosa, porque ela já está aqui”.

Michael Mann

(2021)⁸⁰⁹

“O ano de 2020 é crucialmente importante por outra razão, mais associada à física que à política. Quando se trata de clima, tudo se resume a uma questão de prazos”.

Christiana Figueres, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, Johan Rockström, Anthony Hobley & Stefan Rahmstorf (2017)⁸¹⁰

Outra forma de compreender porque 2020 era a data limite para conter o aquecimento dentro das metas do Acordo de Paris é através da análise do orçamento de carbono (*carbon budget*). O orçamento de carbono indica quanto carbono pode ser ainda emitido na atmosfera para se manter certa probabilidade (33%, 50% ou 66%) de conter o aquecimento em determinado nível. Veremos que para manter o aquecimento médio global em níveis inferiores a 2°C o orçamento de carbono ainda disponível em 2022 é diminuto ou mesmo, praticamente, zero. Ocorre que, por outro lado, a demanda global por petróleo e gás aumenta neste decênio e a de carvão mantém-se inalterada, conforme as previsões do Energy Outlook 2020 da AIE no cenário “Stated Policies Scenario” (Steps), isto é, o “Cenário de políticas declaradas”, que reflete o impacto das estruturas políticas existentes e as intenções políticas anunciadas sobre a demanda energética global. A Figura 6.2 mostra a evolução projetada da demanda por energia primária até 2030, tendo 2019 como Índice 1:

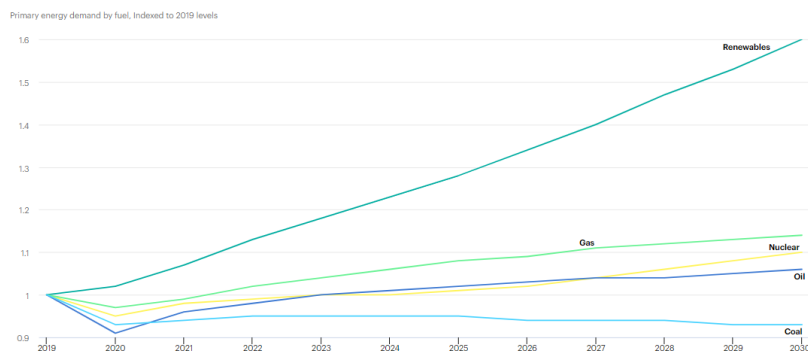


Figura 6.2 - Demanda global projetada de energia primária até 2030, indexada pelo nível da demanda de 2019, discriminada por fontes energéticas. Cenário “Stated Policies Scenario” (Steps) ou “Cenário de políticas declaradas”. De baixo para cima: carvão, petróleo, nuclear, gás e renováveis

Fonte: AIE Energy Outlook 2020 <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020/outlook-for-energy-demand>>

As emissões de GEE não apenas aumentaram incessantemente após o Acordo de Paris, como devem continuar na mesma trajetória nos próximos anos (veja-se capítulo 4, Figura 4.3). Além

disso, a AIE projeta um nível recorde de emissões em 2023, a se confirmarem as previsões de recuperação econômica.⁸¹¹ Diante dessas mensurações e antecipações da AIE, é preciso lembrar os resultados de um trabalho de 2017, citado duas vezes pelo IPCC em 2018 e intitulado: “Três anos para salvaguardar nosso clima”. Christiana Figueres, artífice do Acordo de Paris e primeira autora desse artigo, é ladeada por cinco dos mais renomados cientistas do clima na atualidade. Baseados em cálculos realizados por três coletivos científicos, eles alertavam então que: “se as emissões continuarem a crescer além de 2020, ou mesmo permanecerem constantes, os objetivos estabelecidos no Acordo de Paris tornam-se quase inatingíveis. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável acordados em 2015 ficariam também em grave risco”.⁸¹² A Figura 6.3 mostra as curvas de redução das emissões de CO₂ necessárias para manter o aquecimento entre 1,5°C e 2°C, com o início do declínio em três datas: 2016, 2020 e 2025, sendo o de 2025 considerado já excessivamente arriscado.⁸¹³

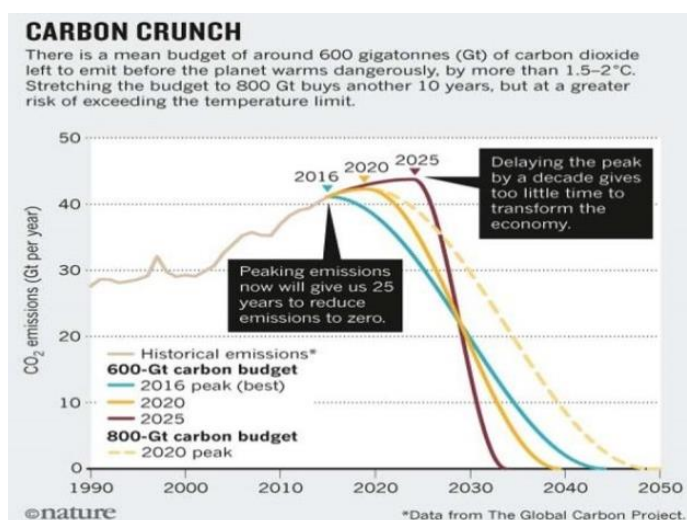


Figura 6.3 - Curvas de declínio das emissões de CO₂ requeridas para se manter o aquecimento médio global superficial do planeta entre 1,5°C e 2°C acima do período pré-industrial, segundo a premissa de um orçamento de carbono de 600 bilhões de toneladas de CO₂ (GtCO₂), com cenários de picos de emissões em 2016, 2020 e 2025. A linha pontilhada mostra a trajetória de queda das emissões na hipótese de um orçamento de 800 GtCO₂.

Fonte: Christiana Figueres, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, Johan Rockström, Anthony Hobley & Stefan Rahmstorf, “Three years to safeguard our climate”. *Nature*, 29/VI/2017.

Nos três cenários, as emissões deveriam cair cerca de 50% (~20 GtCO₂) em relação aos níveis de 2016 por volta de 2030. Isso significa algo praticamente inimaginável numa economia do crescimento, pois em 2030 essas emissões teriam que ter regredido aos níveis de 1977 e aos níveis de 1955 em termos de emissões per capita!⁸¹⁴ Como alertam Christiana Figueres e demais autores desse trabalho, o cenário com pico das emissões em 2025 “deixa demasiado pouco tempo para transformar a economia”. Por outro lado, se o orçamento carbono for de 800 GtCO₂, *sempre* com pico das emissões em 2020, obtém-se a data de 2050 para zerar as emissões líquidas (linha pontilhada), mas com “grande risco de exceder a temperatura limite”.

Nos quase cinco anos transcorridos entre junho de 2017, data da publicação desse trabalho, e maio de 2022, as atividades humanas, com ênfase no sistema energético e no sistema alimentar, lançaram na atmosfera algo próximo de 200 GtCO₂. Nosso orçamento carbono é em 2022, portanto, muito menor. Tal é a estimativa do Carbon Brief, em outubro de 2021.⁸¹⁵

“No total, os humanos bombearam cerca de 2.500 bilhões de toneladas de CO₂ (GtCO₂) na atmosfera desde 1850, deixando menos de 500 GtCO₂ do orçamento de carbono restante para ficar abaixo de 1,5°C do aquecimento. Isso significa que, até o final de 2021, o mundo terá coletivamente queimado 86% do orçamento de carbono para uma probabilidade de 50-50 de ficar abaixo de 1,5°C, ou 89% do orçamento para uma probabilidade de dois terços”.

Também segundo o IPCC (AR6 WG I 2021 SPM, p. 29), o orçamento de carbono, calculado em inícios de 2020, para 50% de chances de conter o aquecimento médio global em 1,5°C acima do período pré-industrial é de 500 GtCO₂. A Tabela 6.1 mostra o quadro de emissões e probabilidades de aquecimento de 1,5°C, 1,7°C e 2°C segundo os diversos orçamentos de carbono. O ponto de partida é 2020 e é dado pela estimativa de um aquecimento de 1,07°C (0,8°C a 1,3°C) na década de 2010-2019 em relação ao período 1850-1900. Portanto, para se atingir esses três patamares de aquecimento seria ainda possível em 2020 um aquecimento adicional de 0,43°C, 0,63°C e de 0,93°C, respectivamente.

Tabela 6.1 Estimativas dos orçamentos de carbono remanescentes para diversas probabilidades de conter o aquecimento em 1,5°C, 1,7°C e 2°C, partindo de um aquecimento médio global de 1,07°C na década 2010-2019 em relação ao período 1850-1900

| Temperatura limite | Aquecimento adicional até atingir esse limite | Orçamento carbono ainda disponível em GtCO ₂ segundo cinco probabilidades | | | | |
|--------------------|---|--|------|------|------|-----|
| | | 17% | 33% | 50% | 67% | 83% |
| 1,5°C | 0,43°C | 900 | 650 | 500 | 400 | 300 |
| 1,7°C | 0,63°C | 1450 | 1050 | 850 | 700 | 550 |
| 2°C | 0,93°C | 2300 | 1700 | 1350 | 1150 | 900 |

Fonte: IPCC AR6 WG I 2021 Summary for Policymakers, p. 29.

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf>.

Em 2021, o aquecimento médio global (1,12°C) em relação ao período pré-industrial já era 0,05°C mais quente do que a média do aquecimento na década 2010-2019 (1,07°C) considerada na Tabela 6.1, e isso não obstante o impacto de um forte La Niña que ainda perdura em 2022; e em 2020, o aquecimento chegou a 1,3°C, segundo o Goddard Institute for Space Studies (GISTEMP) da NASA (veja-se capítulo 5, seção 5.1 Duas fases da aceleração e o crescente Desequilíbrio Energético da Terra). Com o fim do La Niña em 2023, é altamente provável um aquecimento similar ou um pouco maior do que o de 2020 (1,3°C), o que significa que não estaremos então mais a uma distância de 0,43°C do limite de 1,5°C, mas novamente a apenas cerca de 0,2°C desse limite. Nesse caso, o orçamento carbono será menos da metade do previsto pelo IPCC. Além disso, o mesmo Relatório do IPCC acrescenta que “reduções maiores ou menores nas emissões de outros GEE não-CO₂ podem aumentar ou diminuir esses valores em 220 GtCO₂ ou mais”.⁸¹⁶ E sabemos que as emissões de metano e de óxido nitroso estão aumentando fortemente.

Baseado no acima exposto, é preciso abandonar a ilusão tenaz de que podemos emitir 500 GtCO₂, mantendo ainda 50% de chances de conter o aquecimento em 1,5°C. Em outras palavras, é preciso entender de uma vez por todas o que a ideia de já estarmos plenamente no “futuro climático” implica. Em novembro de 2019, Timothy Lenton, ao lado de Johan Rockström, Owen Gaffney, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Will Steffen e Hans Joachim Schellnhuber, isto é, ao lado de alguns dos signatários do trabalho acima citado de 2017 (“Três anos para salvar nosso clima”), mostravam que o orçamento de carbono que se pensava então ainda disponível podia já se ter esgotado ou estar extremamente perto disso.⁸¹⁷

“O orçamento de emissões restantes do mundo para uma chance de 50% de ficar dentro de 1,5°C de aquecimento é de apenas cerca de 500 gigatoneladas (Gt) de CO₂. As emissões oriundas do permafrost poderiam tirar cerca de 20% (100 GtCO₂) deste orçamento, e isso sem incluir o metano do permafrost profundo ou hidratos de metano submarinos. Se as florestas estiverem próximas de um ponto crítico, a morte (*dieback*) da Amazônia pode liberar outros 90 GtCO₂ e as

florestas boreais mais 110 GtCO₂. Com as emissões globais totais de CO₂ ainda em mais de 40 Gt por ano, o orçamento de carbono restante já pode ter-se esgotado”

De fato, dado que não há nenhuma redução à vista das emissões de GEE e que as florestas do mundo todo continuam sendo destruídas a uma rapidez vertiginosa, é forçoso concluir que o orçamento de carbono restante em março de 2021 por um coletivo de estudiosos da Academia de Ciências da Austrália está prestes a se esgotar. O resultado é consistente com a estimativa do IPCC.⁸¹⁸

“Após décadas de ação insuficiente para reduzir as emissões de GEE, o orçamento de emissões para o alvo de 1,5°C estreitou-se para a faixa de 40 a 135 Gigatoneladas de Carbono [144 a 494 GtCO₂]. Limitar o aumento da temperatura ao mais baixo alvo do Acordo de Paris (1,5°C) é excessivamente difícil, e com apenas mais três ou quatro anos de emissões nos níveis atuais, esse alvo terá se tornado virtualmente impossível”.

Nos 13 meses transcorridos entre a publicação deste estudo da Academia de Ciências da Austrália e o momento em que escrevo (maio de 2022), pelo menos mais cerca de 60 GtCO₂e foram emitidas, e até maio de 2023 outro tanto o será. No quinquênio 2022-2026, mantida a atual trajetória, as emissões acumuladas de GEE (59 ±6,6 GtCO₂-eq em 2019),⁸¹⁹ terão se aproximado de 300 GtCO₂e, de modo que após 2026 cada tonelada suplementar de GEE lançada na atmosfera aumentará exponencialmente a chance de se ultrapassar um aquecimento de 2°C, nível a ser atingido no quarto ou, menos provavelmente, no quinto decênio deste século.⁸²⁰

6.4 Um aquecimento médio global igual ou maior que 1,5°C até 2030

*“Pour les 20 prochaines années le
rechauffement climatique est joué”*

Jean Jouzel (5/IX/2021)⁸²¹

Como afirma Jean Jouzel (ex-vice-presidente do GT I do IPCC entre 2002 e 2015), citado em epígrafe, “nos próximos 20 anos, o aquecimento climático está dado”. Katharine Ricke & Ken Caldeira calculam que, dado um pulso de 100 GtC (100 bilhões de toneladas de carbono) emitidos na atmosfera, num estado de concentração de CO₂ de 389 partes por milhão, seu máximo efeito de aquecimento é atingido em 10,1 anos, com 90% de probabilidade de que esse efeito máximo ocorra entre 6,6 e 30,7 anos. E acrescentam que “as emissões passadas influenciam muito as taxas de aquecimento na escala de tempo de um ano ou de uma década sucessiva à emissão”.⁸²² A Figura 6.4 mostra que, embora o efeito de aquecimento de um pulso de CO₂ tenha uma longa duração, aqui simulada na escala de 100 anos, seu efeito máximo é atingido cerca de 10 anos após o evento emissor.

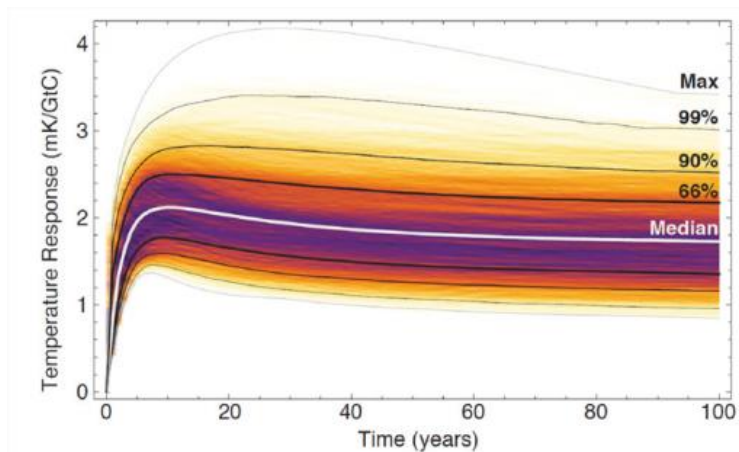


Figura 6.4 - Aumento da temperatura a partir de um pulso de emissão de dióxido de carbono (CO₂). Séries temporais do aquecimento marginal em mK (= miliKelvin = 0,001 K) por GtC (Gigatonelada de Carbono) para os primeiros 100 anos após a emissão. O aquecimento máximo ocorre uma mediana de 10,1 anos após o evento de emissão de CO₂ e tem um valor médio de 2,2 mK/GtC (mK = miliKelvin = 0,001 K). Fonte: Katharine L. Ricke & Ken Caldeira, "Maximum warming occurs about one decade after a carbon dioxide emission". *Environmental Research Letters*, 9, 2/XII/2014.

O máximo efeito de aquecimento a ser experimentado em 2030 será decorrente do CO₂ emitido em 2021 ou, para menor incerteza, entre cerca de 1990 e 2024. O trabalho de Ricke e Caldeira teve imediata repercussão na comunidade científica, pois as estimativas anteriores tendiam a retardar essa resposta do clima em várias décadas. Reto Knutti, do ETH de Zurich, enfatizou o contraste entre a velocidade do efeito máximo de aquecimento e a lentidão (ou, até agora, a incapacidade) das sociedades em abandonar os combustíveis fósseis: "leva apenas alguns anos para o clima responder às emissões, mas leva pelo menos uma geração para diminuir as emissões. Nós somos lentos, não o clima".⁸²³ Kirsten Zickfeld e Tyler Herrington consideram, de seu lado, que o intervalo de tempo entre um pulso de emissão de CO₂ e o seu efeito de máximo aquecimento é maior para emissões maiores (1.000 GtC e 5.000 GtC). Nesse caso, esse efeito de máximo aquecimento pode não ser sentido por várias décadas, se não mesmo séculos. Mas admitem que "a maior parte do aquecimento (...) emergirá de forma relativamente rápida, o que implica que os cortes nas emissões de CO₂ não beneficiarão apenas as gerações subsequentes, mas também a geração que implementar esses cortes".⁸²⁴ Por outro lado, como também mostra a Figura 6.4, uma vez atingido esse efeito de máximo aquecimento, ele tende a durar. Como bem diz Pieter Tans, do Earth System Research Laboratory, "ele atinge um pico, que não é bem um pico. É mais como um degrau".⁸²⁵

Somando-se esse efeito máximo decenal de aquecimento às alças de retroalimentação do aquecimento, discutidas no capítulo 7, é altíssima a probabilidade de um aquecimento de 1,5°C acima do período pré-industrial ocorrendo, pela primeira vez na média anual talvez já no próximo forte El Niño. Tal é a advertência de James Hansen e Makiko Sato: "2021 será mais frio que 2020, por causa do efeito retardado do forte La Niña atual. Mas quando sobrevier o próximo El Niño, talvez em meados da década, preparem-se (*"hang onto your hat"*). É melhor que as emissões de GEE já tenham então entrado em declínio!".⁸²⁶

A ultrapassagem de 1,5°C: médias mensais e anuais, momentâneas e irreversíveis

Convém esclarecer, antes de concluir, que as principais previsões sobre o momento em que o planeta cruzará um aquecimento médio global de 1,5°C acima do período pré-industrial divergem pouco. Na realidade, na média *mensal*, esse nível de aquecimento já foi atingido e ultrapassado pela primeira vez em fevereiro e março de 2016, como mostram as Figuras 6.5 e 6.7

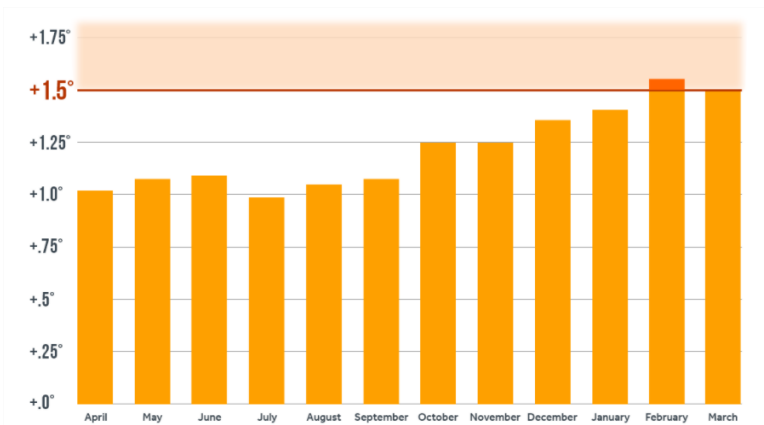


Figura 6.5 – Anomalias de temperatura entre abril de 2015 e março de 2016 em relação ao período de base 1881-1910. Fonte: Climate Central, “Flirting with the 1.5°C threshold”, 20/IV/2016 <<https://www.climatecentral.org/news/world-flirts-with-1.5C-threshold-20260>>.

Por causa do forte El Niño de 2015-2016, a temperatura média global em fevereiro de 2016 foi de 1,55°C e de 1,5°C em março acima do período pré-industrial. Trata-se da primeira vez na história das mensurações instrumentais em que a temperatura global, na média mensal, atingiu esse nível. Médias mensais são, obviamente, muito sujeitas a variações naturais. Também as médias anuais o são, embora forneçam indicadores mais úteis para entender, sobretudo quando agregadas em décadas, as tendências do sistema climático. E ainda assim, no que se refere às médias anuais, é preciso distinguir dois tipos diferentes de projeção: uma diz respeito ao momento em que essa temperatura será atingida ou ultrapassada momentaneamente, ao passo que a outra se refere ao momento de sua ultrapassagem consolidada e irreversível. Entre as duas, há um intervalo de tempo de poucos anos, provavelmente de menos de um decênio.

A OMM oferece previsões sobre a ultrapassagem momentânea e pela primeira vez do patamar de 1,5°C na média anual. Em 2020, ela estimava em 24% as chances de que o limiar de aquecimento médio global 1,5°C viesse a ser ultrapassado em ao menos um ano entre 2020 e 2024. Em 2021, a OMM revisou para cima essa probabilidade: “Há quase uma chance sobre duas (chance de 40%) de que um dos próximos 5 anos [2021-2025] seja ao menos 1,5°C mais quente que os níveis pré-industriais e essa chance está aumentando com o tempo”.⁸²⁷ A Figura 6.6 mostra essa projeção em termos de datas e de probabilidades:

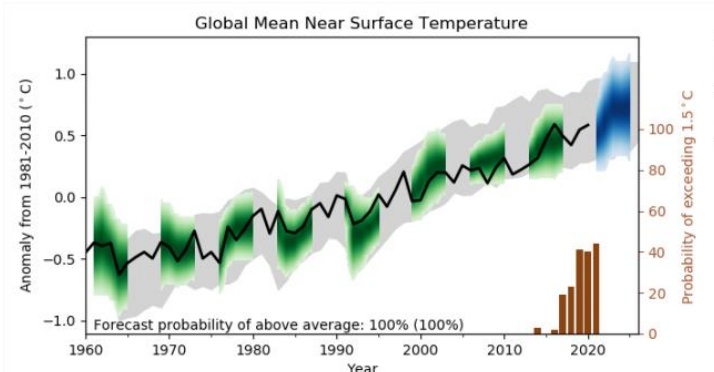


Figura 6.6 - Previsões plurianuais da temperatura média global próxima à superfície em relação a 1981-2010 (eixo vertical esquerdo). Eixo direito e colunas embaixo: probabilidade de que a temperatura global exceda 1,5°C acima dos níveis pré-industriais em ao menos um ano durante os cinco anos a partir de 2021. O sombreado indica o intervalo de confiança de 90%. Fonte: “WMO Global Annual to Decadal Climate Update, 2021. Target Years 2021 and 2021-2025”, p. 6 <https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/WMO_GADCU_2020.pdf>.

Além disso, a OMM afirma que “a chance de que, nos próximos cinco anos, ao menos um ano exceda o mais quente ano até agora, 2016, é de 90%. A chance de que a média do período 2021-2025 seja mais elevada do que os últimos cinco anos [2016-2020] é de 80%”.⁸²⁸ Frise-se a

advertência da OMM: a chance de se atingir um aquecimento médio global de 1,5°C nos próximos anos *aumenta com o tempo*, o que significa que no prognóstico de 2023 para os 5 anos sucessivos (2023-2026), essa chance já deverá ser maior que 50%. De fato, de 2021 para 2022 essa chance aumentou de 40% para aproximadamente 50%, conforme divulgou a OMM em seu último prognóstico, de maio de 2022.⁸²⁹

“A chance de ultrapassar temporariamente 1,5°C aumentou de forma constante desde 2015, quando ela estava perto de zero [veja-se acima a Figura 6.6]. Essa chance era de 10% para os anos entre 2017 e 2021. Essa probabilidade aumentou para quase 50% para o período 2022-2026.”

O Sétimo Relatório de Avaliação do IPCC, a ser publicado provavelmente entre 2027 e 2030 (mantidos os intervalos de tempo dos últimos 6), já o será num mundo no qual o aquecimento médio global terá já, ao menos uma vez, ultrapassado 1,5°C na média anual, em relação ao período pré-industrial.

No que diz respeito à ultrapassagem consolidada e irreversível desse patamar (desprezada, portanto, a variabilidade natural do sistema climático), em seu último relatório o IPCC (AR6 WG I 2021) estima para o período 2021-2040, isto é, a curto prazo, as diferentes probabilidades dessa ultrapassagem, segundo os diversos cenários considerados.⁸³⁰

“Nos cinco cenários ilustrativos, no curto prazo (2021-2040) é *muito provável* que o nível de aquecimento global de 1,5°C seja excedido no cenário de emissões muito altas de GEE (SSP5-8,5). Esse nível será *provavelmente* excedido nos cenários intermediário e de altas emissões de GEE (SSP2-4,5 e SSP3-7,0); é *mais provável do que não* que ele seja excedido no cenário de baixas emissões de GEE (SSP1-2,6) e *mais provável do que não* que seja alcançado no cenário de emissões muito baixas de GEE (SSP1-1,9).” (itálicos dos autores)

Em qualquer cenário, portanto, mesmo o de mais baixas emissões (SSP1-1,9), há mais de 50% de chances de que o aquecimento de 1,5°C seja alcançado por volta de 2030 (2021-2040). No atual cenário de altas emissões de GEE (SSP5-8,5), é muito provável que esse limiar de aquecimento seja *excedido* nesse horizonte de tempo. O relatório de 2018 do IPCC (SR1.5 2018) retardava ainda em um decênio a data de ultrapassagem do aquecimento de 1,5°C. Com efeito, ele afirmava ser “provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, se continuar a aumentar na taxa atual (alta confiabilidade)”.⁸³¹ A Figura 6.7 mostra o aquecimento observado entre 1960 e 2017 e a projeção de aquecimento entre 2018 e 2100, com cruzamento mais provável de 1,5°C entre 2030 e 2052.

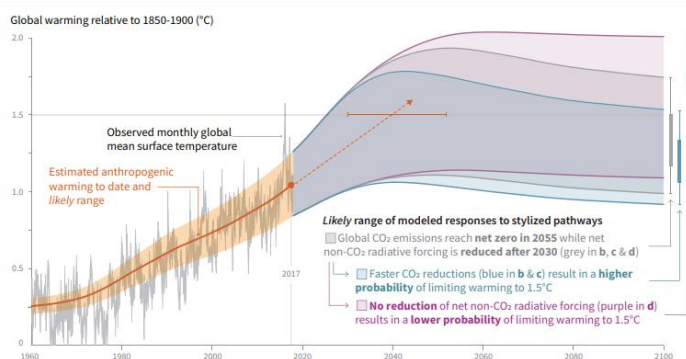


Figura 6.7 - Temperaturas médias globais superficiais observadas e projetadas entre 1960 e 2100.

Entre 1960 e 2017, o gráfico mostra as temperaturas médias mensais globais superficiais e o aquecimento antropogênico observados (sendo o sombreado o intervalo de sua provável variação), a partir de dados do HadCRUT4, GISTEMP, Cowtan–Way e NOAA. No lado direito do gráfico, as faixas sombreadas projetam o aquecimento provável a partir de 2018 até 2100, segundo diversos cenários. Em qualquer cenário, a linha pontilhada em forma de flecha mostra que o aquecimento cruza 1,5°C por volta de 2040, com possibilidades de cruzá-lo entre 2030 e 2052, mantida a taxa de aquecimento atual. Os três cenários projetados mostram ultrapassagem (*overshoot*) do aquecimento de

1,5°C, com maior ou menor probabilidade de retorno a 1,5°C até 2100. O cenário de maior probabilidade de retorno requer que as emissões comecem a declinar em 2020 e que as emissões líquidas sejam zeradas até 2040. Os dois cenários sucessivos mostram emissões líquidas zero atingidas apenas em 2055 com redução dos forçamentos radiativos de outros GEE após 2030 e, finalmente, o pior cenário mostra não redução de forçamentos radiativos de outros GEE.

Fonte: IPCC (SR1.5 2018), Summary for Policymakers, p. 6.

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf>.

Reagindo a esse Relatório de 2018, muitos cientistas consideraram o prazo entre 2030 e 2052, com média em 2040, excessivamente conservador. A revista *Science* republicou um artigo de Scott Waldman, contendo críticas de parte de climatologistas como Michael E. Mann, Bob Ward, Kevin Trenberth, Veerabhadran Ramanathan e Andrea Dunton.⁸³² As críticas de Michael Mann, diretor do Earth System Science Center da Pennsylvania State University e participante de vários Relatórios do IPCC, foram incisivas.⁸³³

“Estamos mais perto dos limiares de 1,5°C e 2°C do que eles [o IPCC] indicam e nosso orçamento de carbono ainda disponível para evitar esses limiares críticos é consideravelmente menor do que eles assumem. Em outras palavras, eles pintam um cenário abertamente róseo ao ignorar certa literatura relevante”.

Em 2020, Michael Mann manteve sua crítica: “O IPCC superestimou o orçamento de carbono disponível através de escolhas que tendem a subestimar o aquecimento já ocorrido. Isso significa, evidentemente, que há muito mais trabalho a se fazer para evitarmos um aquecimento perigoso”.⁸³⁴ Apenas para dar um exemplo, um artigo publicado em 2017 previa que as temperaturas médias globais podiam romper a barreira de 1,5°C acima do período pré-industrial por volta de 2029, com uma variação entre 2026 e 2031, a depender da fase, positiva ou negativa, da Oscilação Interdecadal do Pacífico (IPO). Para os autores, essa oscilação:⁸³⁵

“[...] regulará a taxa na qual a temperatura global se aproxima do nível de 1,5°C. Uma transição para a fase positiva do IPO levaria a uma projeção de superação da meta centrada por volta de 2026. Se o Oceano Pacífico permanecer em sua fase negativa, no entanto, as projeções estão centradas em atingir a meta cerca de 5 anos depois, em 2031”.

Outras propostas de antecipar para *até* 2030 um aquecimento de 1,5°C baseiam-se em vários elementos, sintetizados num trabalho publicado em dezembro de 2018 por Yangyang Xu, Veerabhadram Ramanathan e David Victor, discutido em detalhe no próximo capítulo.⁸³⁶ Mas, acima de tudo, é preciso relembra os termos da projeção do IPCC em 2018: é “provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, *se continuar a aumentar na taxa atual* (alta confiabilidade).” Ocorre que essa taxa de aquecimento não é mais a mesma, tendo passado de 0,18°C por década entre 1970 e 2015 para 0,36°C por década entre 2016 e 2040, tal como visto no Capítulo 5 (Figuras 5.2 e 5.3). Dado que o aquecimento médio global em 2020 e 2021 era de 1,2°C ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) e 1,12°C, respectivamente, acima do período pré-industrial, isso implica uma alta probabilidade de que o aquecimento médio global atinja ou ultrapasse 1,5°C ao final desta década.

6.5 Conclusão: uma impossibilidade sociofísica e o que realmente importa para as sociedades

Em 2017, Richard Millar e colegas afirmavam que manter o aquecimento em 1,5°C não era ainda uma “impossibilidade geofísica”.⁸³⁷ Seria interessante saber se, após quase cinco anos e mais de 200 GtCO₂ emitidos desde 2018, esses autores ainda mantêm hoje a mesma conclusão. Mas isso importa pouco porque essa nunca foi a questão central. A questão central, quando se fala em aquecimento inevitável, não é tanto entender as leis da física, mas entender, sobretudo, as interações entre a física, o sistema econômico e a ordem jurídica que garante sua permanência.

Essa interação torna a contenção do aquecimento em 1,5°C, 2°C ou mesmo 3°C uma impossibilidade *sociofísica*.⁸³⁸

O sistema climático continuará se aquecendo enquanto o capitalismo continuar a existir, e isso por três razões: (1) o ciclo de reprodução ampliada do capital é regido pelo consumo crescente (ou ao menos não decrescente) de energia; (2) como visto no capítulo 4 (seção 4.1 A transição energética não está à vista neste decênio), não há transição à vista para uma matriz energética descarbonizada; (3) ainda que absolutamente impreterível, uma transição energética acelerada para fora dos combustíveis fósseis requererá aumento momentâneo do uso de combustíveis fósseis, mantido os atuais patamares de consumo energético.

A única forma de nos desviarmos dessa trajetória é diminuir drasticamente o atual nível de consumo global da ordem de 580 milhões de Terajoules (0,58 Zettajoules), ou cerca de 13,8 bilhões de toneladas de petróleo equivalente por ano.⁸³⁹ E isso supõe, é claro, outra organização social. Por isso, a discussão sobre a data precisa em que o aquecimento global cruzará, momentânea e/ou irreversivelmente, as metas do Acordo de Paris (1,5°C - 2°C) pode ser muito interessante do ponto de vista científico, mas, para as sociedades, o que realmente importa são três fatos centrais:

1. Não há nada de cabalístico nos números 1,5°C ou 2°C, pois, com o aumento em curso das emissões de GEE, o aquecimento ultrapassará esses dois patamares nos dois ou três próximos decênios.

2. Para a humanidade e demais espécies é de mínima relevância saber se sofrerão os impactos brutais de aquecimentos iguais ou superiores a 1,5°C até 2030 ou, na melhor das hipóteses, alguns anos depois. Ao invés de tentar determinar a que distância precisa estamos do caos, e a que velocidade estamos nos aproximando dele, o que realmente importa é mudar de trajetória, de modo a sofrer *o menor aquecimento ainda fisicamente possível*.

3. Para deter e reverter esse processo em tempo hábil, mantendo a habitabilidade de nosso planeta para a nossa espécie e para inúmeras outras, é necessário romper com o sistema capitalista, consubstanciado nos sistemas alimentar e energético vigentes, ambos globalizados e agindo em sinergia. Se não é politicamente factível consumir essa ruptura civilizacional neste decênio, é preciso ao menos avançar o máximo possível em sua direção. Todo o resto, por importante que possa ser ou parecer, não passa de ilusionismo climático.

7. Alças de retroalimentação do aquecimento

“Com base nos Modelos do Sistema Terrestre, há grande confiança de que o feedback entre as mudanças climáticas e o ciclo do carbono amplificará o aquecimento global. A mudança climática compensará parcialmente os aumentos nos sumidouros de carbono terrestres e oceânicos causados pelo aumento do CO₂ atmosférico. Como resultado, mais CO₂ antropogênico emitido permanecerá na atmosfera, reforçando o aquecimento”.

IPCC, Quinto Relatório de Avaliação,

2014⁸⁴⁰

Uma alça de retroalimentação positiva (ou feedback positivo) é definida como um círculo vicioso, isto é, como a reiteração e/ou amplificação de certa mudança no estado de equilíbrio de um sistema (clima, ecossistema, organismo...), derivada da dinâmica interna do próprio sistema, e não de uma interferência externa. No caso do clima, alças de retroalimentação positiva são definidas como mecanismos de mudança climática influenciados positivamente pelo próprio sistema climático. Assim, o próprio processo de aquecimento pode gerar ainda mais aquecimento, mesmo sem mais emissões antropogênicas de GEE. Assim também, no caso dos ecossistemas, a diminuição da biodiversidade pode gerar um círculo vicioso que implicará diminuição suplementar de biodiversidade, mesmo sem mais destruição antropogênica.

Nos três capítulos anteriores, tratamos de fatos e projeções que refletem, ou pelo menos não diferem significativamente das conclusões dos relatórios do IPCC até aqui publicados. As questões discutidas neste capítulo,⁸⁴¹ incluindo os piores cenários climáticos, não foram consideradas pelo IPCC em toda a sua extensão. Isso porque é particularmente difícil para os modelos climáticos capturar as respostas do sistema climático às alças de retroalimentação, dada a imensa complexidade dessas respostas. Elas podem acelerar e/ou refrear o aquecimento (como no caso das nuvens) e essa aceleração pode evoluir de um modo muito difícil de prever quando as respostas são de tipo exponencial. Como indicado na citação em epígrafe, o IPCC atribui alta confiabilidade à capacidade das alças de retroalimentação de amplificar o aquecimento. Mas até o seu Quinto Relatório (2013/2014), a avaliação desses mecanismos de retroalimentação do aquecimento baseava-se principalmente em modelos climáticos globais, os quais esbarravam em grandes incertezas em suas previsões sobre a magnitude e os tempos dessas amplificações. Esses modelos não levam em conta, por exemplo, o caráter potencialmente catastrófico da liberação de metano no Ártico, abaixo examinada (seções 7.5 e 7.6) ou pelo menos não consideram que esses impactos possam ocorrer a curto prazo, ao contrário do que sugerem muitas pesquisas recentes, como veremos adiante.

Em seu Sexto Relatório de Avaliação (AR6 2021 WG I 2021), o IPCC tenta integrar melhor a relação entre os modelos climáticos e esses mecanismos de autoamplificação do aquecimento, inclusive no sentido de aprimorar os modelos.⁸⁴² Ainda assim, o relatório admite que tais mecanismos não são claramente contemplados pelos modelos. Em seu Sumário para os Governantes (*Summary for policymakers* ou SPM), o IPCC apenas reafirma a existência dessas alças retroalimentação e sua maior ação em cenários de altas emissões de CO₂ (o cenário atual), sem, contudo, indicar a magnitude do aquecimento adicional resultante da ação desses feedbacks a curto e a longo prazo:⁸⁴³

“A magnitude dos feedbacks entre as mudanças climáticas e o ciclo do carbono torna-se maior, mas também mais incerta em cenários de altas emissões de CO₂ (confiabilidade muito alta). (...) Respostas adicionais do ecossistema ao aquecimento ainda não totalmente incluídas nos

modelos climáticos, como fluxos de CO₂ e CH₄ de zonas úmidas, degelo do *permafrost* e incêndios florestais, aumentariam ainda mais as concentrações desses gases na atmosfera (alta confiabilidade)”.

Os relatórios anteriores têm sido, de qualquer modo, objeto de críticas por, alegadamente, subestimar a potência dessas alças de retroalimentação do aquecimento. Comentando o Relatório Especial do IPCC de 2018, Mario Molina, prêmio Nobel de química em 1995, salientava que, “mesmo com sua descrição dos impactos crescentes por vir, o IPCC subestima um risco central: o de que alças de retroalimentação podem levar o sistema climático ao caos antes de termos tempo para domar nosso sistema energético e as outras fontes de poluição climática”.⁸⁴⁴ No mesmo sentido, Zeke Hausfather e Richard Betts, do Carbon Brief, mostram que *feedbacks* positivos “podem resultar em até mais 25% de aquecimento do que as principais projeções do IPCC”.⁸⁴⁵ Em sua página, intitulada “Amplifying Climate Feedbacks”, do Climate Emergency Institute (CEI), Peter Carter põe em evidência as insuficiências das avaliações do IPCC no que respeita às alças de retroalimentação e afirma: “Hoje, a maioria das maiores fontes de retroalimentação catastróficamente perigosos estão operantes ou foram desencadeados, e estamos comprometidos com um grau muito maior de aquecimento global – causando retroalimentações muito maiores e acelerando a taxa de aquecimento”.⁸⁴⁶ Não é possível discutir de modo extenso, aqui, nem seria de minha competência, a complexidade imensa da problemática das alças de retroalimentação. No contexto deste livro, importa apenas indicar brevemente cinco delas, já fortemente em ação e com efeitos inclusive de curto prazo.

7.1 Desmascaramento do aquecimento pela diminuição dos aerossóis

“O forçamento de aerossóis feito pelo homem é quase tão grande quanto o forçamento de CO₂, mas é de sinal oposto, ou seja, os aerossóis causam resfriamento”.

James Hansen & Makiko Sato
(2021)⁸⁴⁷

Aerossóis antropogênicos – óxidos de enxofre, sulfatos, óxidos de nitrogênio, amônia, hidrocarbonetos, nitratos, fuligem etc. – são partículas suspensas na troposfera e na estratosfera menores do que 1 µm.⁸⁴⁸ Uma literatura abundante, com resultados ainda controversos, mostra que esses aerossóis, dependendo de seus tipos, de suas interações com a duração e a refletividade dos diversos tipos de nuvens, além de outras variáveis, podem resfriar ou aquecer a atmosfera.⁸⁴⁹ Um elemento central da ação dos aerossóis é sua interação com as nuvens, pois eles agem como núcleos de condensação das partículas de vapor de água.⁸⁵⁰ James Hansens e Makiko Sato sublinham a dificuldade de compreender bem e de mensurar essa interação:⁸⁵¹

“O forçamento climático de aerossóis é complexo, pois a maior parte de seu efeito parece ser via seu papel como núcleos de condensação de nuvens. Núcleos de condensação adicionais tendem a tornar menor, em média, a partícula das nuvens, o que tende a tornar as nuvens mais brilhantes e de vida mais longa, mas é uma história complicada”.

Joyce Penner enfatiza a complexidade da ação dos aerossóis sobre o clima:⁸⁵²

“Os gases de efeito estufa podem ser os principais culpados no rápido aquecimento do nosso planeta, mas partículas suspensas no ar também desempenham um papel. Fuligem, poeira, sulfato e outros aerossóis podem resfriar a atmosfera e aquecê-la. Quase 30 anos após o primeiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, ainda não sabemos

realmente o quanto os aerossóis influenciam o clima. Essas partículas continuam sendo uma das maiores fontes persistentes de incerteza”.

O efeito de resfriamento dos aerossóis é considerado, contudo, preponderante, como bem resume o IPCC (AR5 WGI 2013):⁸⁵³

“Em geral, os modelos e as observações indicam que os aerossóis antropogênicos exerceram uma influência de resfriamento na Terra desde os tempos pré-industriais, o que mascarou parte do aquecimento médio global causado pelos gases de efeito estufa que teria ocorrido na ausência desses aerossóis. A redução projetada nas emissões de aerossóis antropogênicos no futuro, em resposta às políticas de qualidade do ar, teria por efeito desmascarar esse aquecimento”.

Um exemplo importante disso começa agora a entrar em ação. Desde 2015 estão em vigor determinações da International Maritime Organization (IMO), limitando os níveis de enxofre no combustível dos navios. Essas determinações tornaram-se mais estritas a partir de 2020. Conhecida como IMO 2020, essa determinação diminuiu em muito as emissões do óxido de enxofre (SOx) pelos navios. Segundo James Hansen e Makiko Sato, acima citados, “recebemos apenas cerca de um terço do aquecimento devido à suposta redução das emissões dos navios desde 2015. Felizmente, grande parte do aquecimento ainda não realizado está na lenta resposta do sistema climático ao longo de décadas e séculos”.⁸⁵⁴ Em 2013, o IPCC estimava que esse desmascaramento implicaria um aquecimento temporário de “alguns décimos de grau”.⁸⁵⁵ Em 2018, Bjorn H. Samset e colegas estimavam que um menor uso de combustíveis fósseis, especialmente carvão, levaria a um aquecimento global adicional estimado entre 0,5°C e 1,1°C.⁸⁵⁶ De seu lado, Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan e David Victor reiteraram que “o aquecimento global acontecerá mais rápido do que pensamos”, entre outras razões porque declínios no uso global de carvão a taxas mais rápidas do que as previstas pelo IPCC e por grande parte dos modelos climáticos implicariam uma aceleração do aquecimento: “menos poluição é melhor para as plantações e para a saúde pública. Mas os aerossóis, incluindo sulfatos, nitratos e compostos orgânicos, refletem a luz solar. Este escudo de aerossóis manteve o planeta mais frio, possivelmente em até 0,7°C globalmente”.⁸⁵⁷

Estudos anteriores, publicados em geral no primeiro decênio do século, sugeriam efeitos ainda mais graves e não apenas de curto prazo. Em 2008, Joachim Schellnhuber, por exemplo, calculava que a remoção instantânea dos aerossóis causaria um salto na taxa de aquecimento de 0,2°C por década para cerca de 0,7°C por década até 2030.⁸⁵⁸ Em 2009, Frank Raes e John Seinfeld estimavam, em tais circunstâncias, uma aceleração de 0,2°C para 0,3°C a 0,4°C por década.⁸⁵⁹ Em 2019, Drew Shindell e Christopher Smith procuraram demonstrar que essas modelagens, supondo uma supressão imediata dos aerossóis, induziam em erro e propunham cenários de reduções graduais, ressaltando não encontrar em seus modelos efeitos de aquecimento dessa magnitude.⁸⁶⁰

“Mostramos que cenários de modelagem mais realistas não produzem um aumento substancial de curto prazo na magnitude ou na taxa de aquecimento e, de fato, podem levar a uma diminuição nas taxas de aquecimento dentro de duas décadas a partir da descontinuação da queima de combustível fóssil”.

Possivelmente em decorrência desses novos resultados, o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6 WG I 2021) afirma que o efeito de resfriamento do planeta causado por esses aerossóis pode ser de 0,0°C a 0,8°C.⁸⁶¹ Mesmo que esse efeito seja, no limite, 0,0°C, é importante ressaltar a ressalva de Shindell e Smith: “uma penalização climática”, isto é, um aumento das temperaturas, “pode ocorrer se os controles da poluição atmosférica forem efetivados com concomitante aumento das emissões de GEE, tal como demonstrado por muitos estudos”.⁸⁶² Ora, esse cenário em que a poluição por aerossóis diminui (graças a filtros ou outros dispositivos e à regulação normativa), enquanto as emissões de GEE continuam aumentando, é exatamente

o cenário previsto ao menos até 2030, segundo todas as projeções disponíveis da AIE e de outras agências. Além disso, na COP26 nenhuma das Partes estabeleceu metas claras de redução a curto prazo de suas emissões de GEE. Portanto, o que teremos provavelmente nos próximos anos será essa combinação entre eventual diminuição do material particulado em suspensão na atmosfera (sobretudo se houver redução da queima de carvão, o que é incerto) e aumento das emissões de GEE neste decênio. Essa combinação deve, como previsto por todos os estudos, inclusive o de Shindell e Smith, exacerbar o aquecimento médio global, com diferenças regionais relevantes. É incerta a magnitude desse aumento adicional da temperatura, mas ela pode ser, segundo os estudos acima citados, de “alguns décimos de grau” (IPCC) a 1,1°C. É importante entender que o choque de tal aquecimento a curto prazo, combinado com sua aceleração estrutural, tem potencialmente o poder de desencadear efeitos em cascata sobre o sistema climático.

7.2 Menor sequestro de carbono terrestre pela biomassa

A quantidade de carbono atmosférico sequestrado pela fotossíntese indica a maior ou menor produtividade primária da vegetação. A produtividade primária líquida (Net Primary Productivity - NPP) é a quantidade de dióxido de carbono que a vegetação absorve durante a fotossíntese menos a quantidade de dióxido de carbono que as plantas liberam ao morrer e durante a respiração (metabolizando açúcares e amidos para obter energia).⁸⁶³ O resultado positivo dessa subtração é sucessivamente armazenado na biomassa. Essa produtividade é o primeiro passo no ciclo global do carbono e, conseqüentemente, um elemento crucial nas dinâmicas do sistema climático.

A destruição das florestas, a queima de biomassa e a conversão de biomas naturais em plantações e em pastagem – as quais possuem muito menor produtividade em relação às florestas – é a causa primeira da redução da NPP. O IPBES afirma que a “a produtividade primária líquida da biomassa dos ecossistemas e da agricultura está atualmente [2018] mais baixa do que ela seria em seu estado natural em 23% da área global nas terras emersas, levando a uma redução de 5% da produtividade primária líquida”.⁸⁶⁴ Segundo Fridolin Krausmann e colegas, a apropriação humana da biosfera, medida em termos de NPP, dobrou no século XX, passando de 6,9 Gigatoneladas de carbono (GtC) por ano em 1910 para 14,8 GtC em 2005.⁸⁶⁵ Essa duplicação foi capaz, bem ou mal, de sustentar uma população humana que quadruplicou no período. Mas, como visto no capítulo 1, essa maior eficiência em relação ao aumento da população foi conquistada em detrimento da biosfera, com as conseqüências sabidas.

As secas constituem um fator particularmente importante no declínio da NPP. Como afirmam Yuliang Zhou e Ping Zhou (2021), “presta-se ainda pouca atenção aos impactos das secas sobre os ecossistemas terrestres. Sendo um dos maiores desastres climatológicos, as secas podem ter impactos significativos sobre os ecossistemas terrestres, especialmente para a produtividade terrestre primária líquida (NPP)”.⁸⁶⁶ Os dois autores identificaram essas correlações na bacia do Rio Pérola, no sul da China, a segunda maior bacia hidrográfica e a zona de maior emissão de CO₂ do país. A região, de clima tropical e subtropical, tem sofrido numerosas secas, com as mais persistentes ocorrendo nas últimas duas décadas. Um exame da resposta da NPP a essas secas, medida em Teragramas (1 Tg = 1 Mt ou 1 milhão de toneladas) de carbono, entre 1982 e 2015, mostra que:⁸⁶⁷

“eventos prolongados e severos de seca diminuíram em grande parte a NPP regional. Por exemplo, a seca de 2009–2010 reduziu a NPP em 31,85 Tg C em toda a bacia, respondendo por 11,7% da NPP média anual regional. A ocorrência de secas prolongadas e severas pode causar sérios distúrbios nos processos bioquímicos e fisiológicos dos ecossistemas, como fotossíntese, respiração e metabolismo de nitrogênio e proteínas. As secas de longo prazo também influenciam a produtividade do ecossistema, aumentando a infestação de pragas e doenças”.

As florestas tropicais diminuíram seu potencial de sumidouro de carbono, ou mesmo se tornaram fonte líquida de carbono, devido ao desmatamento e às secas, que desempenham um papel importante nesse declínio. Com base em um estudo de 12 anos de dados do satélite pantropical MODIS, Alessandro Baccini e colegas fornecem evidências de que “as florestas tropicais do mundo são uma fonte líquida de carbono de $425,2 \pm 92,0$ Teragramas de carbono por ano [$425,2$ TgC ou MtC/ano]. Esta liberação líquida de carbono consiste em perdas de $861,7 \pm 80,2$ TgC/ano e ganhos de $436,5 \pm 31,0$ TgC/ano”.⁸⁶⁸ Durante as secas de 2014 e 2015, por exemplo, a produtividade primária bruta das florestas da Costa Rica foi reduzida em 13% e em 42%, respectivamente, durante a estação com menor taxa de fotossíntese.⁸⁶⁹ Como visto no capítulo 3, estudos recentes de Luciana Gatti e colegas (2021) mostram esse mesmo processo ocorrendo na parte Nordeste, Sudeste e Sul da floresta amazônica, o chamado “arco do desmatamento” da Amazônia. De modo geral, já em 2009, Michael Zika & Karl-Heinz Erb detectavam que cerca de 2% da produtividade primária líquida terrestre global estavam sendo perdidos a cada ano “devido à degradação de terras secas, ou entre 4% e 10% do potencial NPP em terras áridas. As perdas de NPP chegam a 20-40% do NPP potencial em áreas agrícolas degradadas na média global e acima de 55% em algumas regiões do mundo”.⁸⁷⁰ Evidentemente, quanto menor for a produtividade primária líquida (ou seja, o saldo positivo entre captura e liberação de carbono), menor será a capacidade dos vegetais de funcionar como um sumidouro das emissões antropogênicas de CO₂ e maior será, portanto, o desequilíbrio do sistema climático. Por sua vez, esse desequilíbrio contribui para a diminuição da NPP das plantas, reiniciando, assim, o círculo vicioso: menor NPP implica maior desequilíbrio do clima que implica menor NPP...

7.3 Diminuição do albedo da Terra pela diminuição das superfícies cobertas de neve e gelo

O albedo é a fração da energia solar refletida de volta para o espaço pela superfície do planeta Terra. Como visto na seção anterior, e como o enfatizam ainda Hansen e Sato, a diminuição ocorrida e prevista das concentrações atmosféricas de aerossóis é uma das causas do maior aquecimento superficial recente do planeta, via diminuição do albedo ou refletividade da Terra em relação à radiação solar.⁸⁷¹

“a maior parte do desequilíbrio [energético da Terra] desde 2015 deve-se a um aumento da energia solar absorvida, ou seja, ao decréscimo da refletividade da Terra. Isso é consistente com a expectativa de que o maior efeito dos aerossóis no equilíbrio radiativo da Terra e no clima é via seu efeito sobre as nuvens”.

Outra causa importante da diminuição do albedo terrestre é a diminuição das áreas brancas na superfície do planeta. A neve e o gelo, por serem brancos e refletirem a luz, têm um alto albedo. A neve fresca tem um albedo de cerca de 90% e o gelo marinho tem um albedo entre 50% e 70%, ao passo que o albedo do oceano é aproximadamente de 6%.⁸⁷² Ocorre que essas áreas estão diminuindo muito fortemente nos oceanos e nas geleiras terrestres, dando lugar a superfícies escuras, que absorvem a energia solar e, portanto, esquentam o planeta. A extensão mínima do gelo marinho no Ártico entre setembro de 1979 e setembro de 2021 diminuiu a uma taxa de 81,2 mil km² por ano ou 12,7% por década em relação à média do período 1981-2010. Nesse período, contam-se quedas abruptas nos verões de 1989, 1997-1999, 2007 e 2012, quando a extensão da cobertura marítima do gelo atingiu apenas cerca de 3,5 milhões de km². A Figura 7.1 mostra a evolução dessa diminuição.

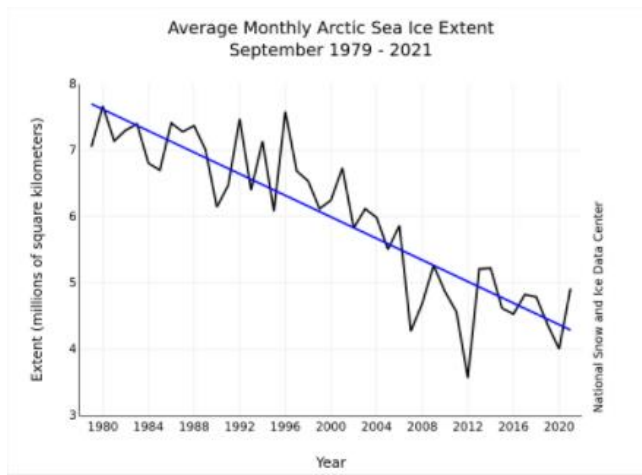


Figura 7.1 - Evolução da área média coberta por gelo marinho no Oceano Ártico nos meses de setembro entre 1979 e 2021 em milhões de km².

Fonte: National Snow and Ice Data Center (NSIDC), "September Turning", 5/X/2021.

<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>.

Peter Wadhams estima que "o efeito do recuo do gelo marinho apenas no Ártico reduziu o albedo médio da Terra de 52% para 48% e isso é o mesmo que adicionar um quarto à quantidade de aquecimento de planeta devido ao GEE".⁸⁷³ Os primeiros eventos de um verão sem gelo no Oceano Ártico (o chamado *Blue Ocean Event*⁸⁷⁴) têm alta probabilidade de acontecer até 2050. Segundo Mark Urban,⁸⁷⁵ "os verões do Ártico podem se tornar praticamente sem gelo em 30 anos, e possivelmente mais cedo se as tendências atuais continuarem". Quão mais cedo é incerto.⁸⁷⁶ Ele pode acontecer neste ou no próximo decênio, segundo Peter Wadhams e outros especialistas do Ártico, intensificando outra alça de retroalimentação do aquecimento pela diminuição progressiva do albedo. O certo é que a retração do gelo marinho tem tornado o Oceano Ártico cada vez mais exposto e por mais tempo à radiação solar, o que obviamente acelera seu aquecimento. De modo mais geral, mensurações feitas a partir do Big Bear Solar Observatory (New Jersey Institute of Technology) por Philip R. Goode e colegas confirmam a diminuição do albedo planetário (não apenas no Ártico) entre 1998 e 2017:⁸⁷⁷

"A diminuição de duas décadas no albedo da Terra corresponde a um aumento no forçamento radiativo de cerca de 0,5 W/m², algo climatologicamente significativo. Para efeito de comparação, o forçamento antropogênico total aumentou cerca de 0,6 W/m² no mesmo período".

Essa alça de retroalimentação do aquecimento via diminuição do albedo terrestre e marítimo está em clara aceleração. A diminuição do albedo marinho e a conseqüente aceleração do aquecimento oceânico, já discutida no capítulo 5 (seção 5.2 Aceleração do aquecimento marinho e a febre dos oceanos), podem desencadear efeitos em cascata, como se verá nas seções 7.4, 7.5 e 7.6.

7.4 Limite e diminuição da absorção de CO₂ e de calor pelos oceanos

Os oceanos absorvem o CO₂ atmosférico por processos físicos e químicos, mas também pela fotossíntese do fitoplâncton que, ao morrer, o transporta para as profundezas oceânicas. Considera-se em geral que os oceanos absorvem cerca de 25% a 30% das emissões antropogênicas de CO₂, ou ainda mais, segundo cálculos recentes de Andrew Watson e colegas, abrangendo um período de 27 anos (1992-2018).⁸⁷⁸ Essa capacidade oceânica de sequestrar e armazenar CO₂ longe da atmosfera está sendo, contudo, limitada pelo maior consumo do fitoplâncton por bactérias aeróbicas, à medida que os oceanos se aquecem. Como tantos outros organismos (inclusive os humanos), essas bactérias aeróbicas consomem oxigênio e expõem CO₂, e parte desse CO₂ regenerado retorna à atmosfera. Segundo um estudo publicado por Frank

Pavia e colegas, em mares rasos essa regeneração do CO₂ está se tornando em muitos casos mais rápida do que previsto, sob o impacto da aceleração do aquecimento dos oceanos.⁸⁷⁹ Como afirma Robert Anderson, um dos coautores desse estudo, “os resultados estão nos dizendo que o aquecimento causará uma reciclagem mais rápida do carbono em muitas áreas e isso significa que menos carbono será levado para o oceano profundo e lá armazenado”.⁸⁸⁰

Além disso, a crescente absorção de CO₂ pelos oceanos tem causado sua acidificação, com grande prejuízo para a vida marinha e, em especial, para os recifes de coral e para a habilidade de diversos organismos marinhos de produzir seus esqueletos e conchas com carbonato de cálcio. Mas, como observa Pavia, a própria acidificação é um fator limitante da capacidade futura dos oceanos de absorver CO₂ adicional.⁸⁸¹

Outro fator limitante da capacidade dos oceanos de absorver CO₂ é sua crescente temperatura. Como visto no capítulo 5, o aquecimento dos oceanos até 2.000 metros de profundidade está em forte aceleração. Ora, a solubilidade do CO₂ na água diminui em temperaturas mais altas. Quanto mais aquecidos se tornam os oceanos, menor é sua capacidade de absorver e armazenar CO₂ e, portanto, maior é a quantidade desses gases que permanecerão na atmosfera e a aquecerão. Como afirmam, entre outros, Chris Marsay e colegas, “os preditos aumentos futuros da temperatura oceânica terão por resultado um armazenamento reduzido de CO₂ pelos oceanos”.⁸⁸² Ao Carbon Brief, por ocasião da publicação de seu trabalho, Marsay declarou de modo ainda mais claro que esse processo age como uma alça de retroalimentação, “com menos dióxido de carbono sendo removido pelos oceanos”.⁸⁸³

Enfim, como visto no capítulo 5 (seção 5.1 Duas fases da aceleração e o crescente Desequilíbrio Energético da Terra), os oceanos absorvem cerca de 90% da radiação solar. Grande parte dessa energia térmica permanecerá submersa por séculos ou milênios. Mas, como afirma Cheryl Katz (2015), há sinais recentes de que “os oceanos podem estar começando a liberar parte dessa energia térmica neles contida, o que pode contribuir para aumentos significativos da temperatura global nos próximos anos. (...) Dada a enormidade da carga térmica do oceano, mesmo uma pequena mudança tem um grande impacto.”⁸⁸⁴ O sistema climático é, em suma, altamente dependente do comportamento dos oceanos, de modo que se instala aqui uma típica dinâmica de amplificação recíproca, na qual o aquecimento dos oceanos leva, pelas diversas vias acima elencadas, a um menor sequestro de CO₂ atmosférico, o que engendra mais aquecimento da atmosfera que, por sua vez, aquece ainda mais os oceanos.

7.5 Crescente contribuição do metano (CH₄) ao aquecimento global

“Combater o metano é provavelmente a melhor oportunidade que temos para ganhar algum tempo.”

Riley Duren
(2022)⁸⁸⁵

Tanto historicamente quanto na atualidade, as emissões antropogênicas de dióxido de carbono (CO₂) permanecem o mais importante vetor de aquecimento no conjunto dos GEE. Mas a contribuição do metano tem sido cada vez maior. Só muito recentemente, contudo, a importância do metano no quadro de desestabilização do sistema climático tem sido devidamente reconhecida. Até o início dos anos 1970, considerava-se que esse poderoso GEE não tinha efeito direto sobre o clima. Em 1975, por exemplo, Wallace Broecker afirmava: “Dos efeitos climáticos induzidos pelo homem, apenas o efeito do CO₂ pode ser demonstrado como globalmente significativo”.⁸⁸⁶ Desde então, vários estudos, a começar pelo de Gavin Schmidt de

2004,⁸⁸⁷ têm mostrado a crescente importância do metano. Sua contribuição ao aquecimento global é hoje avaliada entre 20% e 30% do aquecimento total.⁸⁸⁸ Segundo Maryam Etmnan e colegas, o forçamento radiativo do metano entre 1750 e 2011, em relação ao potencial de aquecimento global do CO₂, é cerca de 20% maior do que o valor considerado nos Quarto e Quinto Relatórios do IPCC.⁸⁸⁹

As concentrações atmosféricas de metano quase triplicaram nos últimos 200 anos, aumentando de cerca de 720 partes por bilhão (ppb) em média no período pré-industrial para 1910,8 ppb em dezembro de 2021,⁸⁹⁰ com forte disparada sobretudo desde 2007. Trata-se de um ritmo de crescimento a uma taxa próxima à do cenário RCP8,5 W/m² (Representative Concentrations Pathway 8,5 Watts/m² em 2100), definido pelo IPCC como o de emissões altas e continuamente crescentes⁸⁹¹. Em 2016, Marielle Saunio e colegas alertavam que “as concentrações atmosféricas de metano estão crescendo mais rapidamente do que em qualquer outro período nas duas últimas décadas e estão se aproximando desde 2014 dos cenários de maiores emissões de GEE”.⁸⁹² A Figura 7.2 mostra essa curva entre 1980 e 2021 (esquerda) e a taxa anual de aumento.

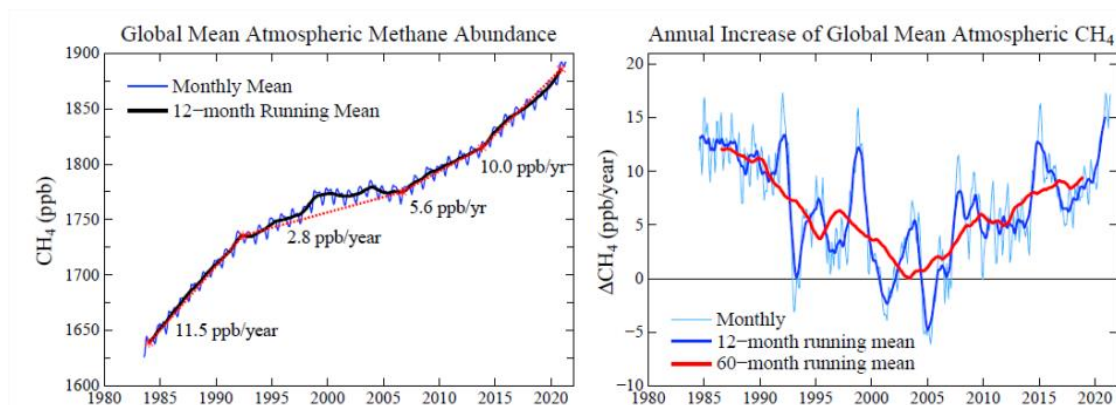


Figura 7.2 - Concentrações atmosféricas de metano entre 1984 e 2021 nas médias mensais e anuais, com aumentos médios em quatro períodos, iniciados em finais de janeiro de 1984, maio de 1992, outubro de 2013 e maio de 2021. À direita: aumentos anuais dessas concentrações, sempre em partes por bilhão (ppb). Fonte: James Hansen & Makiko Sato, “August Temperature Update & Gas Bag Season Approaches 14 September 2021”. O gráfico da esquerda baseado em Ed Dlugokencky, NOAA/GML. <<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature/Emails/August2021.pdf>>.

O crescimento anual dessas concentrações no segundo decênio do século XXI é, com exceção de 2011, sempre superior a 5 partes por bilhão (ppb) e chega a quase 17 ppb em 2021, como mostra a Tabela 7.1

Tabela 7.1 - Aumentos anuais das concentrações atmosféricas de metano entre 2011 e 2021 em partes por bilhão (ppb)

| Ano | Aumentos em ppb | Ano | Aumentos em ppb |
|------|-----------------|------|-----------------|
| 2011 | 4,83 | 2017 | 6,85 |
| 2012 | 5,01 | 2018 | 8,67 |
| 2013 | 5,70 | 2019 | 9,89 |
| 2014 | 12,77 | 2020 | 15,27 |
| 2015 | 10,02 | 2021 | 16,99 |
| 2016 | 7,09 | | |

Fonte: Ed Dlugokencky, “Trends in Atmospheric Methane”, NOAA, 5/IV/2022 <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/>.

Nos oito anos entre 2014 e 2021, o metano atmosférico aumentou 87,55 ppb, a uma taxa média anual de 10,9 ppb, o que significa mais do dobro da taxa média de aumento anual de 5,2 ppb

nos oito anos anteriores (2006-2013). Esse aumento do metano atmosférico “foi tão inesperado, que não foi considerado nos modelos de trajetórias de emissões de GEE preparatórios para o Acordo de Paris de 2015”, afirmam Euan Nisbet e colegas. Em 2019, baseados no aumento aferido no quadriênio 2014-2017, os autores afirmavam também que se a taxa de crescimento das concentrações atmosféricas de metano continuar nas próximas décadas:⁸⁹³

“o impacto adicional do metano no aquecimento climático pode anular significativamente ou até mesmo reverter o progresso na mitigação do clima pela redução das emissões de CO₂. Isso desafiará os esforços para cumprir a meta do Acordo de Paris das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2015, de limitar o aquecimento do clima a 2°C”.

Ocorre que desde o trabalho de Nisbet e colegas (2019), essa tendência só tem se agravado. As taxas médias de aumento anual das concentrações atmosféricas de metano no quadriênio 2018-2021 (12,7 ppb) foram 38% maiores do que no quadriênio 2014-2017 (9,2 ppb). A Figura 7.3 mostra um aumento quase ininterrupto dessas concentrações no segundo decênio do século e um aumento sem precedentes e verdadeiramente vertiginoso no quadriênio 2018-2021.

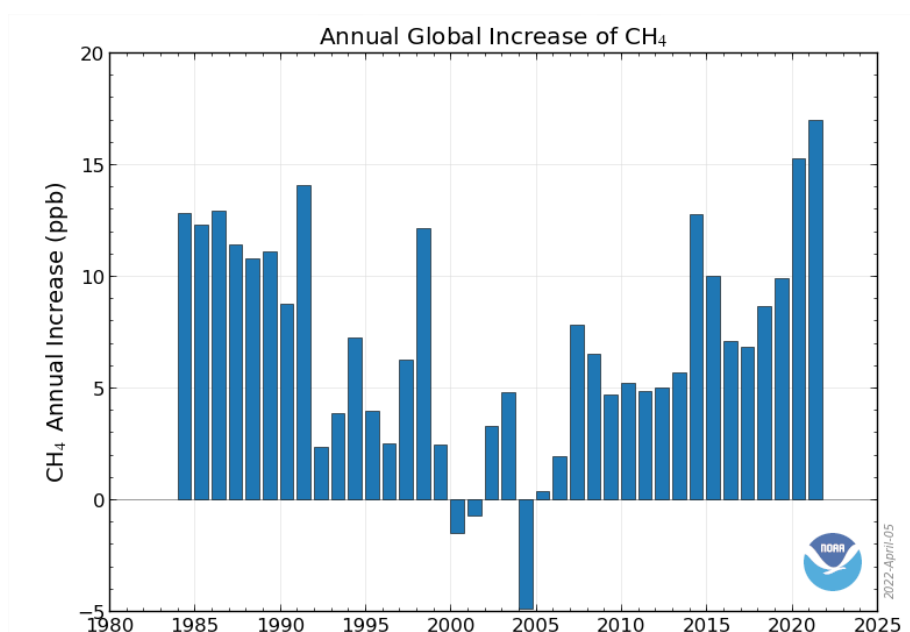


Figura 7.3 - Aumentos anuais das concentrações atmosféricas de metano (CH₄) em partes por bilhão (ppb) entre 1984 e 2021

Fonte: Ed Dlugokencky, “Trends in Atmospheric Methane”, NOAA, 5/IV/2022
<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/>.

O CO₂ é um gás de permanência multissecular na atmosfera, com uma “cauda longa” de milênios.⁸⁹⁴ Pieter Tans (2022) oferece um exemplo eloquente de seu efeito de longo prazo sobre as temperaturas planetárias: “cerca de 40% das emissões do Ford Modelo T de 1911 ainda estão no ar hoje”.⁸⁹⁵ Ao contrário do CO₂, o metano permanece na atmosfera por apenas cerca de 8,4 a 12,4 anos. No entanto, seu Potencial de Aquecimento Global (GWP) é muito maior do que o de CO₂.⁸⁹⁶ No momento de sua emissão (pulso), o metano tem um GWP 120 vezes maior que o do CO₂.⁸⁹⁷ O Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (2013) atualizou o GWP do metano em 20%, tornando-o:

- até 100 vezes maior do que o CO₂ em um horizonte de cinco anos;
- 72 a 86 vezes maior em um horizonte de 20 anos e
- 34 vezes maior em um horizonte de 100 anos.

No curto prazo – dado que os próximos 20 anos são os mais importantes na situação limite em que nos encontramos – o potencial de aquecimento global do metano é, portanto, pelo menos 72 vezes maior do que o do CO₂. É importante lembrar também, que, em termos de seu efeito estufa, o metano não é propriamente um gás de curta permanência na atmosfera, pois ele é oxidado e destruído pelos radicais hidroxila (OH*), sendo transformado (por diferentes mecanismos na troposfera e na estratosfera) em CO₂ e vapor de água (H₂O), dois outros gases de efeito estufa. O metano é, portanto, em certa medida, um precursor do CO₂ e dado que 88% do metano reage desta maneira, tem-se que 1 grama de metano (CH₄) gerará no breve curso de sua oxidação 2,4 gramas de dióxido de carbono (CO₂).⁸⁹⁸ Paul Balcombe e colegas sintetizam a relação entre o metano e CO₂, afirmando que, quando se levam em conta os efeitos de oxidação do metano e os *feedbacks* climáticos (positivo e negativo), o potencial de aquecimento global (GWP) do metano (ou seja, sua eficiência em absorver radiação infravermelha e, portanto, aquecer a atmosfera) é 87 vezes maior que o do CO₂ num horizonte de tempo de 20 anos. Os autores fazem notar que à medida que os prazos finais para evitar uma catastrófica desestabilização do sistema climático se aproximam – com a obrigatoriedade de uma diminuição de cerca de 50% das emissões de CO₂ até 2030 –, a importância da mitigação das emissões de metano torna-se sempre mais crucial.⁸⁹⁹

Finalmente, e talvez mais importante que tudo, o metano e o aquecimento da atmosfera se reforçam reciprocamente. Como bem resumido por Gavin Schmidt,⁹⁰⁰ “o metano aumenta rapidamente em um clima quente com um pequeno atraso em relação à temperatura. Portanto, o metano não apenas afeta o clima por meio do efeito estufa, mas, por sua vez, pode ser evidentemente afetado pelo próprio clima”. A importância dessa interação foi sublinhada por Joshua Dean e colegas⁹⁰¹, notadamente em ecossistemas caracterizados por alta concentração de carbono, como pântanos, sistemas marinhos e de água doce, *permafrost* e hidratos de metano: “o aumento das emissões de CH₄ desses sistemas, induziriam por sua vez mais mudanças climáticas, resultando em uma alça de retroalimentação do aquecimento.”

Como se sabe, o metano é emitido na atmosfera por diversas fontes, todas elas crescentes. Ele provém da queima de biomassa e da atividade bacteriana nas zonas úmidas, nos lixões e aterros sanitários e no estômago dos rebanhos de ruminantes (tal como visto no capítulo 2, seção 2.4 Os rebanhos de ruminantes e as emissões de metano), mas provém também dos combustíveis fósseis, das minas de carvão abandonadas, dos escapes em toda a cadeia de exploração e distribuição desse gás e, de modo cada vez mais alarmante, do degelo do *permafrost* no Ártico, uma fonte ainda não consensualmente quantificada. O metano biogênico, isto é, gerado pelo metabolismo microbiano, contém menos isótopo de carbono-13 (¹³C) do que o metano geogênico, proveniente sobretudo da extração dos combustíveis fósseis. A partir de 2007, há indícios de que 85% do metano emitido na atmosfera seja biogênico. Não se trataria apenas do metano gerado na atividade entérica dos ruminantes, mas de uma maior atividade bacteriana em geral, causada pelo aquecimento. Assim, Euan Nisbet se interroga: “Estará o aquecimento alimentando o aquecimento? Trata-se de uma questão incrivelmente importante. Por enquanto, não há uma resposta, mas é realmente o que está parecendo”.⁹⁰² Xin Lan e colegas identificaram as diversas proveniências do metano após 2006, segundo essas duas suas assinaturas isotópicas (¹²C e ¹³C).⁹⁰³ A Figura 7.4 discrimina o peso relativo de suas fontes geradoras.

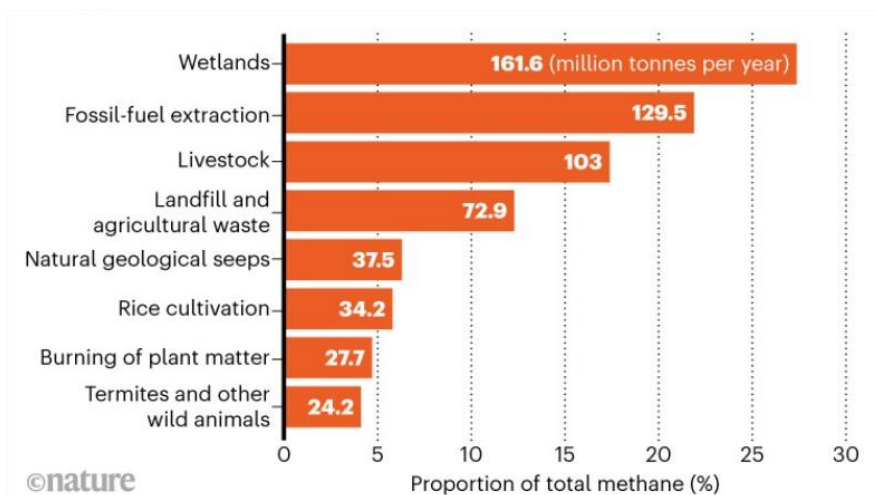


Figura 7.4 - Fontes da liberação de metano na atmosfera, discriminadas segundo diversas proveniências em milhões de toneladas por ano e em porcentagem do total do metano liberado na atmosfera.

Fonte: Jeff Tollefson, “Scientists raise alarm over ‘dangerously fast’ growth in atmospheric methane”. *Nature*, 8/11/2022, baseado em Xin Lan *et al.*, “Improved Constraints on Global Methane Emissions and Sinks Using $\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$ ”. *Global Biogeochemical Cycles*, 8/V/2021.

https://www.nature.com/articles/d41586-022-00312-2?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=17bfb6c609-briefing-dy-20220211&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-17bfb6c609-42627999#ref-CR5.

O Sexto Relatório do IPCC (WG III, 2022) estabelece uma proporção maior (32%) do que a proposta por essa avaliação de Xin Lan e colegas no que se refere às emissões de metano relativas à extração de combustíveis fósseis, talvez porque os cálculos reportados pelo IPCC incluem extração e distribuição:⁹⁰⁴

“As emissões globais de metano por fornecimento de energia, principalmente as emissões fugitivas da produção e transporte de combustíveis fósseis, representaram cerca de 18% [13%-23%] das emissões globais de GEE do fornecimento de energia, 32% [22%-42%] das emissões globais de metano e 6% [4%-8%] das emissões globais de GEE em 2019 (alta confiabilidade)”.

7.6 No Ártico, liberação lenta ou explosão de uma bomba de metano e de CO₂?

Nas fontes de emissão de metano acima apontadas, não se contabiliza a liberação de carbono (metano e CO₂) do permafrost em rápido degelo no Ártico. O processo é, contudo, bem detectado, embora sua magnitude presente e, sobretudo, sua aceleração a curto prazo seja ainda objeto de debate na comunidade científica. Dado o alto potencial de aquecimento global do metano, essa incerteza representa um importante entrave ao desenvolvimento de projeções climáticas mais confiáveis, inclusive no horizonte dos dois próximos decênios. Mas há um crescente corpo de indicadores de que o degelo do permafrost possa agir como uma bomba-relógio explodindo em câmara lenta, segundo a expressão cunhada por Ted Schuur e reempregada no filme *Death Spiral and the Methane Time Bomb* (2012),⁹⁰⁵ ou mesmo não tão em câmara lenta...

Definamos, antes de mais nada o que é o permafrost ou pergelissolo. Permafrost é definido como solo exposto a temperaturas iguais ou inferiores a zero por mais de dois anos consecutivos. “Ele é composto de solo, rocha ou sedimento, muitas vezes com grandes pedaços de gelo misturados”.⁹⁰⁶ O permafrost ocorre em 24% das terras do hemisfério norte (23 milhões de km²). Boa parte desses solos permanece congelada desde a última glaciação e pode ter profundidades de mais de 700 metros em algumas regiões do norte da Sibéria e do Canadá.⁹⁰⁷

Em 2014, Gustaf Hugelius e colegas fizeram uma nova avaliação da quantidade de carbono globalmente armazenada no permafrost.⁹⁰⁸ Segundo esses autores, ela seria da ordem de 1.300 Petagramas (1.100 a 1500 Pg, sendo 1 Pg = 1 Gt). Desse montante, 800 Gt estariam permanente congelados. Esses solos armazenariam, portanto, cerca do dobro da quantidade de carbono atualmente contido na atmosfera (~750 GtC⁹⁰⁹). Essa proporção é ressaltada por Peter Carter, do Climate System Emergency Institute (CEI), que chama a atenção para o potencial catastrófico da alça de retroalimentação da liberação do metano, do CO₂ e do óxido nitroso do permafrost:⁹¹⁰

“O permafrost é a maior fonte isolada de retroalimentação das emissões de GEE causadas pelo aquecimento global superficial, pois contém o dobro do carbono armazenado na atmosfera. O descongelamento do permafrost gera seu próprio calor interno, tornando-o irreversível. Para um aquecimento global de 1°C, a retroalimentação das emissões de metano, CO₂ e óxido nitroso originadas do permafrost do Ártico estão bem estabelecidas. Portanto, um aquecimento continuado de mais de 1°C acabará por levar a um aumento irreversível e crescente da retroalimentação das emissões de GEE do permafrost. A retroalimentação amplificadora do declínio do gelo marinho aumentará ainda mais a retroalimentação dessas emissões de GEE. Isso requer intervenção emergencial no Ártico. A retroalimentação do aquecimento causada pelo degelo do permafrost não está incluída nas projeções do IPCC”.

A estabilidade do permafrost é monitorada por duas redes – Thermal State of Permafrost (TSP) e o Circumpolar Active Layer Monitoring (CALM) – coordenadas pela International Permafrost Association (IPA). Em 2012, um já citado relatório do PNUMA, intitulado “Implicações Políticas do Aquecimento do Permafrost”, alertou:⁹¹¹

“No geral, essas observações [do TSP e do CALM] indicam que o degelo em larga escala do permafrost pode já ter começado. (...) Um aumento da temperatura global de 3°C significa um aumento de 6°C no Ártico, resultando em algo entre 30% a 85% de perda do permafrost próximo à superfície. [...] As emissões de dióxido de carbono (CO₂) e metano do degelo do permafrost podem amplificar o aquecimento devido às emissões antropogênicas de gases de efeito estufa. Essa amplificação é chamada de feedback de carbono do permafrost”.

No último decênio (2012-2021), o feedback de carbono do permafrost tem-se tornado sempre mais inequívoco. Dada a amplificação do aquecimento do Ártico, em 2019 o aquecimento médio superficial da região já atingira 3,1°C em relação a 1971, sendo que, segundo o relatório de 2021 do Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP), “a maior mudança na temperatura do ar neste período de 49 anos foi sobre o Oceano Ártico durante os meses de outubro a maio, com média de 4,6°C e com um pico de aquecimento de 10,6°C, ocorrendo no nordeste do Mar de Barents”.⁹¹² Ainda segundo esse relatório do AMAP:⁹¹³

“Nos últimos 49 anos, o Ártico aqueceu três vezes mais rápido do que o mundo como um todo, levando a mudanças rápidas e generalizadas no gelo marinho, gelo terrestre (geleiras e mantos de gelo), permafrost, cobertura de neve e outras estruturas físicas e características desse ambiente. Essas mudanças estão transformando o Ártico, com consequências de longo alcance”.

Esse mais rápido aquecimento do Ártico está provocando um crescente degelo do permafrost, que já se aqueceu em média entre 2°C e 3°C desde os anos 1970 (AMAP), ativando a decomposição bacteriana da matéria orgânica neles contida, de modo que parte de seu carbono será liberada na atmosfera, seja na forma de CO₂ (decomposição aeróbica) ou de CH₄ (decomposição anaeróbica), obviamente exacerbando a emergência climática. Christian Knoblauch e colegas enfatizam a importância do metano liberado na decomposição bacteriana em solos anóxicos, que pode contribuir mais substancialmente para o aquecimento global do que previamente suposto.⁹¹⁴ Elizabeth Herndon acolhe os resultados da pesquisa de Knoblauch e colegas e reitera que “a produção de CH₄ a partir de sistemas anóxicos (sem oxigênio) pode representar uma proporção mais alta do potencial do aquecimento global (GWP) do que previamente estimada, ultrapassando as contribuições do CO₂”.⁹¹⁵ De seu lado, em 2019

Guillaume Lamarche-Gagnon e colegas forneceram “evidência, a partir das camadas de gelo da Groenlândia, da existência de grandes reservas subglaciais de metano, onde sua produção não é compensada por sumidouros locais, com uma exportação líquida de metano para a atmosfera durante a estação veranil de degelo”.⁹¹⁶

A questão não é, portanto, saber se alças de retroalimentação do aquecimento via liberação do metano estão em ação no Ártico. Elas certamente estão e isso pelo menos desde o primeiro decênio do século XXI. A dificuldade é estimar a taxa de aceleração dessa liberação. Edward Schuur e colegas, por exemplo, afirmam que:⁹¹⁷

“Nas taxas propostas, é improvável que as emissões observadas e projetadas de CH₄ e CO₂ do degelo do permafrost causem mudanças climáticas abruptas em um período de alguns anos a uma década. As emissões de carbono do permafrost provavelmente serão sentidas ao longo de décadas a séculos, à medida que as regiões do norte se aquecem, fazendo com que as mudanças climáticas aconteçam mais rapidamente do que esperávamos com base apenas nas emissões projetadas das atividades humanas”.

Mas essa avaliação está bem longe de ser consensual. Há projeções nos últimos anos de um derretimento mais rápido do que suposto por Schuur e colegas. Kevin Schaefer e colegas “preveem que o feedback de carbono do permafrost mudará o Ártico de um sumidouro de carbono para uma fonte após meados da década de 2020 e é forte o suficiente para cancelar de 42% a 88% do total do sumidouro global de terra”.⁹¹⁸ Um degelo abrupto do permafrost terrestre pode ser iniciado ou exacerbado por incêndios ou através de processos de termocarste.⁹¹⁹ Além disso, incêndios nas regiões boreais diminuem o albedo ao recobrirem a neve e o gelo de fuligem, acelerando o derretimento do permafrost, a atividade bacteriana e a sucessiva liberação de CO₂ e metano na atmosfera. Desde o segundo decênio do século, a magnitude desses incêndios florestais é sem precedentes e, mais importante, eles queimam as turfeiras que liberam enormes quantidades de metano e CO₂.

Nos processos de termocarste, com formação de lagos termocásticos, observam-se infiltrações e ebulições de metano, com as mensurações mostrando taxas muito superiores no século XXI em relação ao século XX. Merritt Turetsky e colegas afirmam que os modelos atuais de liberação de GEE estão equivocados ao supor que o permafrost descongela gradualmente da superfície para baixo.⁹²⁰

“O solo congelado não apenas retém carbono – ele mantém fisicamente a paisagem unida. Nas regiões do Ártico e Boreais, o permafrost está desmoronando abruptamente à medida que os bolsões de gelo dentro dele derretem. Em vez de alguns centímetros de degelo do solo a cada ano, vários metros de solo podem ficar desestabilizados em dias ou semanas. A terra pode afundar e ser inundada por lagos e pântanos expandidos. (...) O permafrost está derretendo muito mais rapidamente do que os modelos previam, com consequências desconhecidas para a liberação de gases de efeito estufa”.

Hidratos de metano ou clatratos.⁹²¹ ***O degelo do permafrost submarino***

Não há tampouco consenso sobre a capacidade do degelo do permafrost no leito marinho de se constituir como uma alça de retroalimentação do aquecimento a curto prazo. Em 2018, por exemplo, Joshua Dean e colegas ainda sustentavam não haver expectativa de que os hidratos de metano contribuam significativamente para as emissões globais de CH₄ no futuro próximo e, de resto, nem mesmo a longo prazo.⁹²² Em seu Quarto Relatório de Avaliação, o IPCC (AR4 2007) mantinha uma distância prudente da questão, ao afirmar que, “embora a liberação potencial do metano aprisionado no permafrost submarino possa fornecer um feedback positivo ao aquecimento global, as observações disponíveis não permitem uma avaliação das mudanças eventualmente ocorridas nesse sentido”.⁹²³ Contudo, é fato indiscutível que os leitos oceânicos

do Oceano Ártico estão descongelando muito mais rapidamente do que se pensava, muitas vezes pela primeira vez desde a última glaciação.⁹²⁴ De modo que tanto a posição de Joshua Dean e colegas quanto a neutralidade do IPCC são abertamente contestadas por Natalia Shakhova, Igor Semiletov, Evgeny Chuvilin,⁹²⁵ Paul Beckwith, Peter Carter, John Nissen, Peter Wadhams,⁹²⁶ Gail Whiteman, Chris Hope⁹²⁷ e Suzan Natali,⁹²⁸ entre muitos outros cientistas e especialistas do Ártico, em vários artigos e intervenções públicas. Segundo esses autores, há um risco crescente de desestabilização irreversível dos sedimentos no leito marinho do Oceano Ártico, com potencialmente desastrosa liberação de metano na atmosfera, no horizonte de poucas décadas ou mesmo abruptamente. Há também consenso entre eles de que o maior e mais iminente perigo provém da Plataforma Marinha da Sibéria Oriental (East Siberian Arctic Shelf - ESAS), a mais extensa plataforma continental oceânica do mundo, abrangendo o Mar de Laptev, o Mar Siberiano Oriental e a parte russa do Mar de Chuktchi. Sua profundidade média é de 50 metros, sendo que mais de 75% de sua área de 2,1 milhões de km² está a menos de 40 metros de profundidade.

No passado, o gelo marinho protegia a maior parte do ESAS da radiação solar. Mas isso era o passado. A Figura 7.1, acima, mostra a extensão da retração do gelo marítimo do Ártico a cada final de setembro, o mês de sua menor extensão, desde 1979. Outrora aprisionado nos clatratos ou hidratos de metano do raso leito marinho desse oceano, o metano começa a ser lançado em quantidades crescentes na atmosfera. E há quantidades imensas de metano aprisionadas nesses hidratos, cada vez mais desestabilizados. Como afirmam Natalia Shakhova, Igor Semiletov e Evgeny Chuvilin, “a zona costeira da ESAS é altamente afetada pelo escoamento fluvial, o que causa um aquecimento significativo da água da plataforma: a temperatura média anual da água profunda está documentada em >0 °C e tem mostrado uma tendência a aumentar durante as últimas décadas”.⁹²⁹

O ESAS tornou-se permafrost submarino há 12 ou 13 milênios, ao final da última glaciação, mas durante o Último Máximo Glacial (de 26,5 a 19 mil anos AP), o nível do mar estava mais de 100 metros mais baixo do que hoje e a inteira plataforma estava em terras emersas, permitindo a acumulação de sedimentos orgânicos. Estima-se que os depósitos rasos de hidrato de metano ocupem atualmente cerca de 57% (1,25 milhões de km²) do fundo do mar da ESAS, que pode preservar ao todo mais de 1.400 Gt de metano, o que a torna o maior e mais vulnerável armazenamento de CH₄ submarino no mundo.⁹³⁰ Sempre mais longamente exposta à radiação solar, o ESAS aqueceu-se momentaneamente em até 17°C e as emissões atuais de CH₄ originadas dessa plataforma situam-se entre 8 e 17 Teragramas (ou milhões de toneladas) por ano.⁹³¹ Essa quantidade é já, obviamente, alarmante, mas Shakhova, Semiletov e Chuvilin enfatizam o potencial para liberações muito maiores, inclusive abruptas:⁹³²

“A atual emissão anual de CH₄ para a atmosfera foi calculada entre 8 e 17 Tg por ano; isso implica, conservativamente, que quantidades iguais podem ter sido liberadas anualmente durante as épocas climáticas anteriores se o permafrost não tivesse restringido o fluxo de CH₄. Portanto, devido a tal restrição, durante o período glacial (~100 milênios) mais de 800 Gt de CH₄ pode ter-se acumulado no fundo do ESAS como fluxos potenciais bloqueados [pelo permafrost]. Essa quantidade de gás pré-formado preservado no ESAS sugere um potencial para uma possível liberação massiva/brusca de CH₄, seja por hidratos desestabilizados ou por acúmulos de gás livre [não aprisionados em clatratos] sob o permafrost; tal liberação requer apenas um gatilho”.

Esse gatilho pode ocorrer a qualquer momento porque, como lembram os autores, “o ESAS é uma área tectônica e sísmicamente ativa dos oceanos globais. Durante eventos sísmicos, uma grande quantidade de gás superpressurizado pode ser entregue à coluna de água, não apenas por meio de rotas de migração de gás já existentes, mas também por meio de rupturas no permafrost”.⁹³³ Natalia Shakhova e Igor Semiletov temem um escape na atmosfera de 50 Gt de metano a curto prazo apenas a partir do ESAS. Para ambos, uma vasta eructação de metano é

“altamente possível a qualquer momento”.⁹³⁴ Whiteman, Hope e Wadhams reforçam essa percepção: “um reservatório de 50 gigatoneladas (Gt) de metano, armazenado na forma de hidratos, existe na plataforma ártica da Sibéria Oriental. É provável que ele seja emitido à medida que o fundo do mar aquece, de forma constante ao longo de 50 anos ou de repente”.⁹³⁵ Wadhams calcula que no caso de um pulso de 50 GtCH₄, ocorrendo ao longo de uma década, “a temperatura extra devida ao metano em 2040 será de 0,6°C, uma contribuição extra substancial”. E acrescenta: “embora o pico de 0,6°C seja atingido vinte e cinco anos após o início das emissões, em poucos anos ocorre um aumento de 0,3°C a 0,4°C”.⁹³⁶ Isso significaria algo como duplicar subitamente a taxa decadal atual de aquecimento (0,32°C). A probabilidade de que tal pulso de metano venha a ocorrer é considerável, segundo Wadhams e, caso ocorra, ele acelerará alças de retroalimentação do aquecimento que podem liberar ainda mais metano na atmosfera em uma taxa de progressão exponencial, levando a um aquecimento completamente fora das projeções, mesmo as mais pessimistas.

Também de outras plataformas continentais do Ártico vêm-se constatando acelerações na liberação de metano. Irina Streletskaia e colegas, que estudaram o metano contido no gelo do solo e nos sedimentos costeiros do mar de Kara, afirmam que “a degradação do permafrost devido às mudanças climáticas será exacerbada ao longo da zona costeira, onde o declínio do gelo marinho provavelmente resultará em taxas aceleradas de erosão costeira (...), liberando ainda mais o metano não contabilizado nos modelos”.⁹³⁷ Da mesma maneira, Alexey Portnov e colegas mensuraram em dois trabalhos (2013 e 2014) a liberação de metano na parte sul da plataforma continental do mar de Kara e na parte oeste da plataforma de Yamal, no noroeste da Sibéria. No trabalho de 2013, eles mostram que “esta região da plataforma ártica onde a liberação de gás do fundo do mar é generalizada, sugere que o permafrost se degradou mais significativamente do que se pensava anteriormente”.⁹³⁸ Esses estudos fornecem exemplos de outra plataforma marinha do Ártico onde a liberação de gás do fundo do mar é generalizada e onde a degradação do permafrost é um processo contínuo. Comentando ambos os trabalhos, Brian Stallard cita a seguinte projeção proposta por Portnov: “Se a temperatura dos oceanos aumentar dois graus, como sugerido por alguns relatórios, isso acelerará o degelo ao extremo. Um clima mais quente pode levar a uma liberação explosiva de gás das áreas rasas”.⁹³⁹

Baseado no conjunto dessas observações e projeções, o Arctic Methane Emergency Group (AMEG), um grupo de cientistas do Reino Unido, afirmava já em 2012:⁹⁴⁰

“A tendência entre os cientistas e a mídia tem sido ignorar ou subestimar a gravidade da situação no Ártico. O AMEG está usando as melhores evidências disponíveis e as melhores explicações disponíveis para os processos em andamento. Esses processos incluem vários círculos viciosos que estão crescendo exponencialmente em poder, envolvendo oceano, atmosfera, gelo marinho, neve, permafrost e metano”.

Peter Wadhams não cessa de alertar sobre a particular importância dessa dinâmica de aceleração, como se lê, por exemplo, em seu livro de 2016: “Devemos lembrar - muitos cientistas, infelizmente, esquecem - que somente desde 2005 existem quantidades substanciais de oceano aberto durante o verão nas plataformas do Ártico. Estamos, portanto, em uma situação totalmente nova com um novo fenômeno de derretimento ocorrendo”.⁹⁴¹ E acrescenta:⁹⁴²

“Chegamos ao ponto em que não devemos mais simplesmente dizer que adicionar CO₂ à atmosfera está aquecendo nosso planeta. Em vez disso, temos que dizer que o CO₂ que adicionamos à atmosfera já aqueceu nosso planeta a tal ponto, que os processos de feedback de gelo/neve estão aumentando o efeito [de aquecimento] em mais de 50%. Não estamos longe do momento em que os próprios feedbacks estarão impulsionando a mudança – ou seja, não precisaremos adicionar mais CO₂ à atmosfera para obter aquecimento de qualquer maneira”.

7.7 Além de 2°C: cruzando múltiplos pontos de inflexão

“Mesmo se atingida a meta do Acordo de Paris de um aumento nas temperaturas de 1,5°C a 2°C, não se pode excluir o risco de que uma cascata de retroalimentações possa impelir o Sistema Terra irreversivelmente em uma trajetória de “Terra Estufa”.

Will Steffen *et al.* (2018)⁹⁴³

Em 1990, Frank Rijsberman e R. Swart já entendiam que um aumento de 1°C na temperatura média do planeta em relação ao período pré-industrial tornara-se inevitável e que a meta do aquecimento seria manter o planeta tão próximo quanto possível de 1°C. E avançavam a hipótese de que:⁹⁴⁴

“aumentos de temperatura além de 1°C podem provocar respostas rápidas, imprevisíveis e não lineares capazes de produzir extensos danos ecossistêmicos. Um limite absoluto de temperatura de 2°C pode ser visto como um limite superior além do qual se espera que os riscos de danos graves aos ecossistemas e de respostas não lineares aumentem rapidamente”.

É exatamente essa a hipótese considerada no trabalho de grande repercussão publicado por Will Steffen e colegas (2018), citado acima em epígrafe. Nos próximos dez ou doze anos, as concentrações atmosféricas de CO₂ devem crescer cerca de 30 ppm, atingindo na primeira metade do próximo decênio algo próximo de 450 ppm, um nível de concentração atmosférica de CO₂ associado estruturalmente a um aquecimento médio global de 2°C em relação ao período pré-industrial.⁹⁴⁵ Na métrica dos limites planetários do Stockholm Resilience Centre, 450 ppm coloca o sistema climático em uma “zona de alto risco”, na qual é praticamente certa a ultrapassagem da marca de 2°C.⁹⁴⁶

O atual decênio é, portanto, o último em que viveremos em um clima ainda conhecido pela humanidade. O Relatório Especial do IPCC de 2018 (SR1.5 2018) e o Sexto Relatório de Avaliação de 2021 (AR6 WG I SPM) mostraram, com farta exemplificação, como os impactos de um aquecimento de 2°C são muitíssimo maiores que os de 1,5°C. Mas é preciso entender que a diferença entre se expor aos riscos de um planeta 0,5°C e 1°C acima do aquecimento atual não é apenas de intensidade e de frequência de desastres e anomalias já conhecidas. O que está em jogo nesta diferença de níveis de aquecimento diz respeito à capacidade de sobrevivência da humanidade e de outros milhões de espécies eucariotas. Quando, ao longo deste decênio ou em inícios do próximo, o aquecimento médio global tiver cruzado pela primeira vez o patamar de 1,5°C acima do período pré-industrial, o planeta terá provavelmente ultrapassado, segundo o IPCC (AR6 WG I 2021), o aquecimento médio global do Eemiano, o último período interglacial (129 a 116 mil anos AP) do Pleistoceno, cujas temperaturas médias globais teriam sido entre 0,5°C e 1,5°C acima do período pré-industrial.⁹⁴⁷ Por volta de 2030, os humanos terão que aprender a sobreviver em um clima planetário típico do momento das primeiras migrações do *Homo sapiens* para fora da África, o chamado “*out-of-Africa event*”, quando éramos apenas alguns milhares de indivíduos. Seremos então mais de 8 bilhões, vivendo em condições de risco e precariedade quase sem precedentes em nossa memória ancestral. Uma situação, por certo, terrível, mas ainda incomparavelmente menos ameaçadora do que a de um aquecimento médio global superior a 2°C. Quando o aquecimento médio global tiver cruzado este segundo patamar, o *Homo sapiens* será ameaçado por um clima muito mais quente do que o mais quente clima conhecido em toda a sua história. Na realidade, um clima mais quente do que os mais quentes climas de todo o período Quaternário, os últimos 2,58 milhões de anos, quando o gênero *Homo* estava emergindo. De fato, os resultados de um trabalho publicado em 2019 por Matthäus Willeit e colegas:⁹⁴⁸

[...] “dão suporte às noções de que a concentração atual de CO₂ de mais de 400 ppm não tem precedentes nos últimos 3 milhões de anos e de que a temperatura global não excedeu o valor pré-industrial em mais de 2°C durante o Quaternário. No contexto das mudanças climáticas futuras, isso implica que um fracasso na redução substancial das emissões de CO₂ para cumprir a meta do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global bem abaixo de 2°C não apenas afastará o clima da Terra das condições do Holoceno, mas também o levará além das condições climáticas vividas durante todo o período geológico atual” [o Quaternário].

O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (AR6 WG I 2021) tem uma avaliação similar à de Willeit e colegas: “A última vez que a temperatura global superficial manteve-se em, ou acima de, 2,5°C acima de 1850–1900 foi há mais de 3 milhões de anos (confiança média)”.⁹⁴⁹

Ultrapassando pontos críticos

É praticamente certo que neste patamar de aquecimento, o sistema Terra começará a ultrapassar diversos pontos críticos. Define-se um ponto de inflexão ou ponto crítico (*tipping point*) como o momento em que tensores em acumulação superam a resiliência do sistema sobre o qual eles agem. Superado esse ponto, o sistema deixa de gravitar em torno de seus atratores de estabilidade, oscila, torna-se brevemente muito instável, antes de transitar, mais ou menos rapidamente ou mesmo abruptamente, para outro estado de equilíbrio. Timothy Lenton e colegas ressaltam que, ao introduzir o conceito de ponto crítico há duas décadas, o IPCC postulava que transições não lineares no sistema climático eram prováveis se, e somente se, o aquecimento excedesse na média global 5°C acima do período pré-industrial. Mas os dois Relatórios especiais de 2018 e de 2019 sugerem, que pontos críticos podem ser ultrapassados mesmo com aquecimentos médio globais entre 1°C e 2°C.⁹⁵⁰ As três décadas entre 2010 e 2040 são, portanto, as décadas em que cresce exponencialmente o risco de ultrapassagem de pontos de inflexão no sistema Terra. No já citado artigo de 2019, intitulado “Climate tipping points — too risky to bet against”, Timothy Lenton e colegas afirmam:⁹⁵¹

“Pensamos que vários pontos de inflexão na criosfera estão perigosamente próximos, mas mitigar as emissões de GEE poderia ainda desacelerar a inevitável acumulação de impactos e ajudar-nos a nos adaptar. Pesquisas na década passada mostraram que a cobertura do Mar de Amundsen na Antártica Ocidental pode ter ultrapassado um ponto de inflexão. (...) Os modelos sugerem que a camada de gelo da Groenlândia pode estar condenada a partir de um aquecimento de 1,5°C, o que pode acontecer tão cedo quanto 2030.”

É agora crescente também a probabilidade de que já se tenha cruzado um ponto de inflexão na Grande Barreira dos Corais, com branqueamentos em larga escala de corais a cada ano, o que pode acontecer já neste ou no próximo decênio.⁹⁵² Segundo o IPCC (SR1.5 2018), com um aquecimento médio global de 2°C acima do período pré-industrial, 99% dos corais tropicais no mundo todo morrerão. As florestas tropicais foram de tal modo queimadas, amputadas e degradadas nos últimos 50 anos de globalização do capitalismo, que muitas dessas florestas, inclusive porções crescentes da floresta amazônica, como visto no capítulo 3, estão agora prestes a ultrapassar, se já não ultrapassaram, pontos de inflexão que as condenam à morte por ausência das condições ambientais (integridade, umidade, solo, biodiversidade etc.) que lhes permitam viver.

Os riscos de pontos de inflexão nos elementos críticos ou de larga escala do sistema Terra, desencadeando aquecimentos maiores e não lineares, estão, portanto, crescendo exponencialmente.⁹⁵³ Como afirmam Will Steffen e colegas, “um aquecimento de 2°C pode ativar importantes elementos críticos, elevando mais a temperatura de modo a ativar outros elementos críticos, em um efeito dominó ou em cascata que pode levar o Sistema Terra a temperaturas ainda mais elevadas”.⁹⁵⁴ Esses efeitos em cascata são cruciais para entendermos

que riscos existenciais já estão em ação hoje, isto é, antes da ocorrência de eventos aniquiladores e de cenários extremos. E isso é tanto mais verdadeiro porque tais efeitos não operam potencialmente apenas no interior do sistema climático. Eles envolvem interações entre as diversas crises socioambientais do planeta, incluindo também o declínio em curso da biodiversidade, o aumento exponencial de resíduos tóxicos na atmosfera, nos solos, nos oceanos e nos organismos, bem como, e sobretudo, crises agudas de desigualdade socioeconômica e de governança.

7.8 Conclusão: a diminuição do nicho climático humano

Antes de passar adiante, recapitulemos o essencial da problemática da emergência climática: o aquecimento médio global superficial, que vinha progredindo entre 1970 e 2015 à taxa média já vertiginosa de 0,18°C por década e à taxa média de 0,11°C por década nos 75 metros mais superficiais dos oceanos,⁹⁵⁵ mostra nos últimos anos uma segunda e ainda mais alarmante fase da aceleração. Conforme projeção de James Hansen e Makiko Sato, entre 2016 e 2040, mantida a atual trajetória, o planeta deverá se aquecer à taxa de 0,36°C por década.⁹⁵⁶ Essa velocidade alucinante do aquecimento implica altíssima, e sempre crescente, probabilidade de que um aquecimento médio global de 1,5°C acima do período pré-industrial (1850-1900) ocorra até 2030,⁹⁵⁷ em direção a um aquecimento de 2°C no próximo decênio. Esse aquecimento iminente entre 1,5°C e 2°C coloca a humanidade definitivamente além da zona de segurança climática, implicando secas e inundações sem precedentes, eventos meteorológicos extremos muito mais destrutivos, picos de calor mais letais, crescente insegurança alimentar e hídrica e elevação muito mais rápida do nível do mar.

As gerações nascidas no século XXI viverão, portanto, em uma Terra sem registro na memória de sua espécie. Essa condição foi tematizada em 2020 por Chi Xu e colegas em um trabalho intitulado “O futuro do nicho climático humano”. Trata-se de um futuro de curto prazo, isto é, referido às experiências de uma pessoa nascida nos dois primeiros decênios do século XXI na maior parte das latitudes do planeta, mantido o cenário de mitigação moderada ou nenhuma da atual aceleração do aquecimento. Se sobreviver às ondas e aos picos de calor dos anos 2030 – 2050, essa pessoa terá que enfrentar em sua idade madura um planeta no qual 30% da população estará sofrendo temperaturas que são hoje típicas apenas do Saara. Trata-se, possivelmente, do mais eloquente retrato do estado do sistema climático planetário ao longo do terceiro quarto deste século.⁹⁵⁸

“Todas as espécies têm um nicho ambiental e, apesar dos avanços tecnológicos, é improvável que os humanos sejam uma exceção. (...) Por milênios, as populações humanas residiram na mesma estreita faixa do envelope climático disponível no globo, caracterizada principalmente por um regime em torno de ~11°C a 15°C de temperatura média anual. (...) Mostramos que em um cenário inalterado de mudança climática, a posição geográfica desse nicho de temperatura deverá mudar mais nos próximos 50 anos do que nos últimos 6.000 anos. (...) Projeta-se que um terço da população global experimentará então uma temperatura média anual maior que 29°C, atualmente encontrada em apenas 0,8% da superfície terrestre da Terra, concentrada sobretudo no Saara”.

8. As regressões socioambientais em curso

Retomemos brevemente, para prosseguir, as considerações iniciais propostas na Introdução. Desde a expansão do mundo europeu para fora de seus limites antigos, o mundo todo e a própria Europa tiveram suas estruturas sociais profundamente abaladas, com os efeitos que se sabe: guerras, genocídios e massacres em escala inédita dentro e fora do continente, num processo implacável e global de imposição pelas armas e de sedução pela ideologia das novas dinâmicas comerciais e, sucessivamente, industriais. Com exceção das poucas sociedades que conseguiram resistir à expansão colonial e neocolonial, e ainda assim a um preço altíssimo, a grande maioria foi incorporada, de um modo ou de outro, a essa expansão dos mercados e das novas tecnologias ocidentais. Qualquer que seja o juízo que se possa fazer desse processo, não resta dúvida que dele resultou um imenso progresso material para contingentes crescentes das sociedades, evidenciados por inúmeros indicadores socioeconômicos ao longo dos séculos XIX e XX, progressos cujos indicadores elementares avançaram aceleradamente sobretudo após 1945. De onde a percepção fortemente enraizada na *forma mentis* contemporânea de que a humanidade estava, por assim dizer, prometida a um futuro melhor, convicção iluminista, herdada dos Enciclopedistas, de Kant, Hegel e Marx, que mesmo as horrendas guerras, os genocídios sem precedentes e a ameaça nuclear do século XX não conseguiram extirpar. Das múltiplas trincheiras das lutas sociais e das guerras cruentas e ideológicas que opuseram capitalismo e socialismo desde ao menos 1848, e sobretudo desde 1917, emanava uma confiança comum, compartilhada entre inimigos, de um triunfo final do progresso.

Isso até as últimas três ou quatro décadas. O presente século mostra, pela primeira vez desde o início da Idade Moderna, uma inequívoca desaceleração ou, em muitos casos, uma reversão de múltiplos indicadores de progresso. A angústia crescente em face dessas regressões e a perda de confiança na capacidade das sociedades de continuar progredindo constituíam em 2018, antes portanto da pandemia da Covid-19, a percepção predominante, como mostra a Figura 8.1

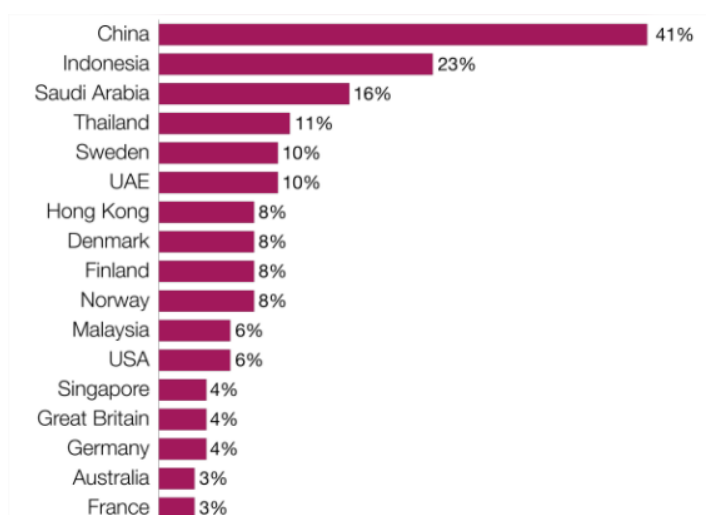


Figura 8.1 - Porcentagens das populações adultas de 17 países que pensam que o mundo está melhorando.

Fonte: Max Roser, "Most of us are wrong about how the world has changed". *Our World in Data*, 27/VI/2018 ("Share of the population who think the world is getting better") <<https://ourworldindata.org/wrong-about-the-world>>.

A pesquisa em questão foi feita com 18.235 adultos de 17 países a partir da seguinte questão: "Tudo bem considerado, você pensa que o mundo está melhorando, piorando ou nem uma coisa

nem outra?” Mesmo na China, campeã do otimismo, a ideia de que o mundo está melhorando não forma maioria. Na outra ponta, a dos países do assim chamado Ocidente, apenas entre 3% e 10% dos indagados acreditam que o mundo vive hoje uma tendência positiva. Outra pesquisa, da Ipsos Global Trends, de 2014, perguntava a cidadãos de 20 países: “Até que ponto você acha que sua geração terá tido uma vida melhor ou pior do que a da geração de seus pais, ou será mais ou menos a mesma?” Os resultados mostram uma percepção similar à da pesquisa de 2018, em especial no que tange às respostas dos jovens (menos de 30 anos), muito mais pessimistas que a média geral, como mostra a Tabela 8.1.

Tabela 8.1 - Respostas à questão: “Até que ponto você acha que sua geração terá tido uma vida melhor ou pior do que a da geração de seus pais, ou será mais ou menos a mesma?” As porcentagens designam as respostas que consideram que a geração atual terá tido uma vida melhor que a da geração anterior.

| | Respostas gerais (18-64 anos) | Respostas dos jovens (menos de 30 anos) |
|--------------------|-------------------------------|---|
| Média | 42% | 37% |
| China | 82% | 78% |
| Brasil | 52% | 48% |
| Índia | 51% | 46% |
| Turquia | 50% | 47% |
| Rússia | 42% | 41% |
| Argentina | 40% | 34% |
| Suécia | 40% | 32% |
| Alemanha | 38% | 30% |
| Reino Unido | 36% | 22% |
| Itália | 34% | 21% |
| Canadá | 33% | 24% |
| EUA | 29% | 26% |
| Espanha | 25% | 16% |
| França | 25% | 16% |
| Bélgica | 24% | 12% |

Fonte: Ami Sedghi & George Arnett, “Will your generation have a better life than your parents?”. *The Guardian*, 14/IV/2014. Baseado em IPSOS, “People in western countries pessimistic about future for young people”, 14/IV/2014. <<https://www.ipsos.com/en-uk/people-western-countries-pessimistic-about-future-young-people>>.

Na média, apenas 42% das respostas (37% entre os jovens) afirmam a crença de que sua vida será ou terá sido melhor que a da geração anterior, média que é puxada para cima por causa do otimismo chinês (82% em geral; 78% entre os jovens). Em princípios de 2014, cerca de metade dos indagados no Brasil ainda se mantinha otimista, pois o país colhia os frutos de políticas públicas colocadas em prática pelo PT a partir de 2003, que trouxeram até 2014 uma grande melhora na maioria dos índices socioeconômicos e notadamente na diminuição do número de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza, como mostra a Figura 8.2.

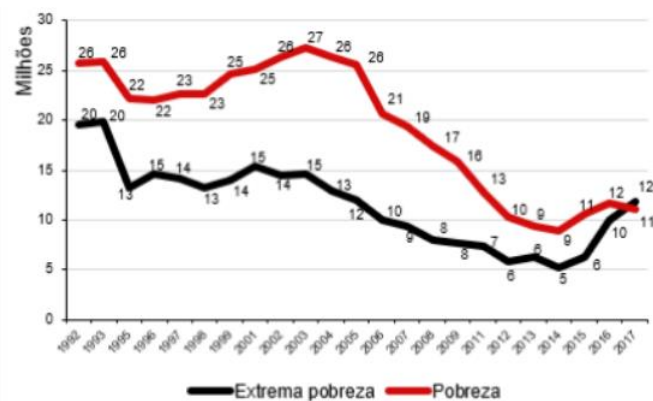


Figura 8.2 - Milhões de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza no Brasil entre 1992 e 2017

Fonte: Francisco Menezes (IBase), “Pobreza e fome em ascensão”. CEE, Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, 29/VIII/2019. Baseado em IBGE/PNAD Contínua 1992-2017.

<https://cee.fiocruz.br/?q=Pobreza-e-fome-em-ascensao>.

Se a mesma questão fosse colocada aos brasileiros em 2022, após seis anos de crise econômica e de desmonte radical das políticas públicas, essa pesquisa traria, com toda a probabilidade, resultados bem diferentes. Em todo o caso, como mostra acima a Tabela 8.1, os países de industrialização mais madura lideram o pessimismo, sobretudo entre os jovens, com resultados entre 32% (Suécia) e 12% (Bélgica) entre os jovens que ainda acreditam que a vida lhes será mais risonha que a da geração de seus pais.⁹⁵⁹ Muitas outras pesquisas, com diferentes questões e diferentes recortes, corroboram a mesma percepção, sobretudo dos jovens, de um futuro mais sombrio para eles, mesmo antes da pandemia da Covid-19.⁹⁶⁰

Constata-se, felizmente, o crescimento de movimentos sociais de contestação desse futuro pior. Mas, como se verá no próximo capítulo, por rápido que seja seu crescimento, eles são ainda incipientes e suas bandeiras, muito fragmentadas. Apenas lentamente amplia-se a percepção da necessidade de rupturas civilizacionais com o sistema econômico globalizado e com os valores e expectativas por ele “naturalizados”. Além disso, é inegável o crescente poder de sistemas de desinformação e de tecnologias aplicadas à manipulação ideológica e política dos cidadãos em prol de agendas negacionistas e ultraconservadoras. É consenso que essas técnicas, cada vez mais aprimoradas, mais sutis e mais perigosas, desempenham um papel relevante no fortalecimento das agendas e tendências conservadoras. Mas não se deve subestimar, por outro lado, a receptividade dessas mensagens de parte das próprias sociedades. Nestas, a percepção difusa de estarem entregues a um futuro sombrio vem suscitando um sentimento de insegurança, que está na raiz desses fenômenos relativos de nossos dias: anseio por retornos ao passado e pelas supostamente perdidas “liberdades individuais”, reduzidas à expressão de um individualismo fóbico em relação à democracia, à ideia de ser social e ao sentimento e dever de solidariedade. A resistência de tantos às vacinas é uma das consequências desse ideal tipicamente neoliberal, formulado por patronos dessa ideologia, como Ralph Raico, Milton Friedman e outros animadores da *New Individualist Review*⁹⁶¹ e por Keith Joseph, o grande inspirador do “thatcherismo”. Ninguém, de resto, formulou essa ideologia com mais límpida crieza do que a própria Margareth Thatcher, segundo a qual não haveria algo como uma sociedade; o que existe são apenas indivíduos e suas famílias, voltados para seus próprios interesses.⁹⁶²

Entre as vítimas desse sentimento crescente de insegurança, isolamento e abandono contam-se a ciência e a informação qualificada, objetos de cada vez maior desconfiança, quando não de hostilidade, justamente por trazerem dados e análises que reforçam essa percepção negativa do futuro e a necessidade, para evitá-lo, de uma ação coletiva e conjugada entre as sociedades.⁹⁶³ Essa mesma percepção negativa do futuro fomenta também o recrudescimento, seja de ideologias de exclusão e culpabilização do outro, vale dizer, ideologias nacionalistas,

racistas e neofascistas, seja fanatismos religiosos (comuns às três grandes religiões monoteístas), seja ainda irracionalismos estapafúrdios, retroalimentados pelo confinamento em bolhas de *fake news* e de negacionismo em relação à emergência climática, às pandemias etc.. Há, em suma, uma espécie de sinergia e de simbiose entre essas novas técnicas de manipulação ideológico-política e a receptividade social a essa manipulação. Os Estados nacionais, justamente por serem nacionais, ampliam esses rancores sociais, insuflando discursos demagógicos, retóricas de confronto, tensões geopolíticas e *cyberwars*, que trazem de volta riscos crescentes de autoritarismo, golpes de Estado e guerras. Esses processos vêm concorrendo para a caracterização de nosso tempo como a idade de um novo obscurantismo, do ressentimento e do ódio.⁹⁶⁴

Sobretudo desde o segundo decênio do século XXI assistimos à convergência, no fundo bastante lógica, entre autocratas como Putin, herdeiro direto da burocracia policial stalinista, e figuras de um grotesco até há pouco inimaginável, como Donald Trump, Rodrigo Duterte, Matteo Salvini, Marine Le Pen, Viktor Orbán, Daniel Ortega e Jair Bolsonaro. A sedução do autoritarismo, do fanatismo religioso, do suprematismo étnico-religioso e do nacionalismo sobre tantos, a atratividade de grupos como o Talibã e o Estado Islâmico, o Brexit e o relativo fortalecimento da extrema-direita em vários países da Europa, bem como os projetos de poder dos “armados” – o crime organizado, as milícias e os militares –, compõem os diversos aspectos desse fenômeno de erosão da democracia, de denegação da sociedade e de degeneração do tecido social, subprodutos do enrijecimento ideológico e do caráter regressivo do capitalismo globalizado.

8.1 O peso relativo dos fatores sociais e ambientais

Não importa aqui tentar avaliar o quanto essa expectativa substancialmente negativa do futuro corresponde à realidade. O que importa é analisar os constituintes dessas experiências de regressão que justificam essa expectativa.

O primeiro ponto a notar é que esse quadro regressivo ou, nos melhores casos, de estagnação ou desaceleração do progresso, não se deve ainda, *preponderantemente*, às crises na relação do capitalismo globalizado com o sistema Terra, em especial com a biosfera e com o sistema climático, objeto das duas primeiras partes deste livro. É claro que essas crises têm causado nos últimos 20 anos sofrimento crescente e um número maior de mortes. Como afirma o Sexto Relatório do IPCC (AR6 WG II, SPM, 2022), publicado em 28 de fevereiro de 2022:⁹⁶⁵

“As mudanças climáticas induzidas pelo homem, incluindo eventos extremos mais frequentes e intensos, causaram impactos adversos generalizados e perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas, que superam a variabilidade natural do clima (...) O aumento dos extremos meteorológicos e climáticos tem levado a alguns impactos irreversíveis, à medida que os sistemas naturais e humanos são impelidos além de sua capacidade de adaptação. (Alta confiabilidade)”.

O relatório *O Custo humano dos desastres. Um panorama dos últimos 20 anos (2000-2019)*, encomendado pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR), fornece subsídios para mensurar o aumento desses impactos sobre as sociedades neste vintênio, comparado com o vintênio anterior (1980-1999). São eles basicamente decorrentes da emergência climática e da aniquilação biológica em curso, pois, como afirma o texto, “eventos extremos, tais como inundações, tempestades e furacões, ondas de calor, secas e incêndios florestais representam 91% dos desastres registrados nos últimos 20 anos”.⁹⁶⁶ As Tabelas 8.2 e 8.3 desse relatório fornecem alguns dados a respeito.

Tabela 8.2 - Aumentos dos desastres naturais reportados e de seus impactos em 2000-2019 em relação a 1980-1999

| | Desastres reportados | Total de mortes | Pessoas afetadas | Prejuízos materiais |
|--------------------|----------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| 1980 – 1999 | 4.212 | 1,19 milhões | 3,25 bilhões | US\$ 1,63 trilhões |
| 2000 – 2009 | 7.348 | 1,23 milhões | 4,03 bilhões | US\$ 2,97 trilhões |

Tabela 8.3 - Aumentos aproximados de cinco tipos de desastres naturais no vintênio 2000-2019 em relação ao vintênio 1980-1999 em decorrência da emergência climática

| | 1980 – 1999 | 2000 – 2019 | Aumento |
|---------------------------|-------------|-------------|---------|
| 1. ondas de calor extremo | 130 | 432 | 232% |
| 2. inundações | 1.389 | 3.254 | 134% |
| 3. incêndios florestais | 163 | 238 | 46% |
| 4. furacões | 1.457 | 2.043 | 40% |
| 5. secas | 263 | 338 | 28% |

Fonte: *Human cost of disasters. An overview of the last 20 years (2000-2019)*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED e United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR, 2020

Comentando o lançamento deste relatório, Debarati Guha-Sapir, diretora do CRED, da Université de Louvain, na Bélgica, adverte: “O futuro da humanidade afigura-se sombrio, se este nível de crescimento de eventos meteorológicos extremos nos próximos 20 anos continuar. Ondas de calor serão nosso maior desafio nos próximos 10 anos, especialmente nos países pobres”.⁹⁶⁷ De fato, por assustadores que sejam, os impactos do último vintênio são apenas uma diminuta fração do que se seguirá ao longo deste e dos próximos decênios, quando o aquecimento global atingir novos patamares.

Isso nos conduz ao segundo ponto. Por maior que seja o saldo de sofrimento, mortes e prejuízos materiais causados por desequilíbrios ambientais nos últimos 20 anos, ele é *ainda* muito menor que o saldo de dois processos aparentemente muito distintos, mas intimamente interligados. De um lado, os níveis abissais de desigualdade, que vulnerabilizam a grande maioria da humanidade, pondo em xeque qualquer projeto democrático e, de outro, a crescente exposição dos organismos a substâncias tóxicas industriais, com riscos bem mensuráveis de adoecimento e morte. Uma declaração conjunta do IPCC e do IPBES, resultante de um encontro de trabalho de ambos os coletivos, já citado na Introdução, relembra que “o clima e a biodiversidade são sistemas inextricavelmente conectados entre si e com os futuros humanos”.⁹⁶⁸ Sem dúvida. Mas conviria acrescentar que a evolução interligada desses dois dossiês é igualmente indissociável do aumento da poluição industrial (e agroindustrial) e, sobretudo, da involução do projeto democrático, termo por certo abrangente, mas que tem em seu núcleo duro o aumento da desigualdade socioeconômica.

Em outras palavras, as relações dos homens com o sistema Terra estão inextricavelmente ligadas às relações dos homens com os homens. Um exemplo imediatamente evidente da íntima interação entre problemas ambientais e sociais é a água. O que está em jogo, hoje, não é apenas a *quantidade* decrescente dos recursos hídricos disponíveis, ameaçada pelas secas e demais distúrbios antropogênicos no sistema Terra, mas também a *qualidade* desses recursos, ameaçada pela poluição e, além disso, a decrescente capacidade dos mais pobres de ter acesso a água abundante e potável, e, portanto, também aos alimentos, pelos quais se pagará cada vez mais. Para dizê-lo da maneira mais abrangente e concisa possível, a ação combinada desses quatro dossiês maiores – clima, biodiversidade, poluição e desigualdades – constitui um quadro de progressiva degradação na capacidade das sociedades de fornecer a seus membros os

padrões e as expectativas contemporâneas de bem-estar e segurança existencial, incluindo segurança física, sanitária, alimentar, hídrica, econômica e emocional.

Essa tendência regressiva afeta de modo muito mais dramático, é claro, os países mais pobres. Para muitas nações da América Central, África e Ásia já não seria mais apropriado falar em tendência regressiva, e sim em um inequívoco colapso socioambiental. E o número de países em tais condições está aumentando. Em cada caso, a tragédia resulta de uma determinada combinação de pesos relativos entre fatores sociais e ambientais. A imensa desigualdade socioeconômica e a ausência de democracia, que exacerbam fanatismos religiosos e rivalidades entre oligarquias e grupos étnicos, provocam guerras e morticínios perpetrados por bandos armados, obrigando populações famintas a deslocamentos maciços. No Sahel, por exemplo, entre 2019 e 2021, em decorrência das secas e das guerras, o número de pessoas em grave perigo de morrer de fome aumentou 10 vezes e o número de migrantes e refugiados em quase 400%.⁹⁶⁹ E, por sua vez, a fome, os deslocamentos forçados e o estado quase constante de beligerância entre senhores da guerra exacerbam ainda mais a desigualdade num círculo vicioso que nada tem de apenas conjuntural, malgrado os estressores adicionais da pandemia da Covid-19 e da invasão da Ucrânia pela Rússia, que aceleraram a espiral dos preços dos combustíveis e dos alimentos. Na maior parte dos casos, insista-se, os fatores ambientais – e em particular a precarização da agricultura motivada por secas e outros desequilíbrios climáticos – atuam sobre esse quadro de colapso como agravantes, não como causas primeiras. Por vezes, contudo, é impossível distinguir, no caos, o peso relativo de cada uma dessas causas. Um exemplo disso é o lago Chade, que banha o Chade, a Nigéria, o Níger e o Camarões e era outrora uma fonte de subsistência para 30 milhões de Africanos. Ele perdeu 90% de suas águas desde os anos 1960 pela ação conjugada de secas e de sobreuso. A violência do Boko Haram e os conflitos entre pastores e fazendeiros que martirizam os povos desses países mostram a combinação de fatores sociais e ambientais que conduzem ao colapso de todo um imenso território. Nesta região do Sahel, segundo a secretária-geral do Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados (UNHCR), Amina Mohammed, “2,3 milhões de pessoas foram deslocadas; mais de 5 milhões estão lutando para obter alimentos suficientes para sobreviver e meio milhão de crianças estão sofrendo de desnutrição grave e aguda”.⁹⁷⁰ No que se refere à América Central, que tem cerca de um terço de sua população sobrevivendo em condições de pobreza extrema, o índice global de risco climático criado pela ONG German Watch aponta Honduras como o país do mundo mais afetado pelo risco climático entre 1994-2013; a Nicarágua é a quarto país nesse escala de riscos climáticos, a República Dominicana, o oitavo e a Guatemala o nono.⁹⁷¹

Esses processos de colapso dos países mais pobres emergem hoje na imprensa dos países ricos, no mais das vezes, como uma crise humanitária que não os ameaça de perto. Mas eles já estão golpeando também as sociedades mais ricas e mesmo os mais ricos em quaisquer sociedades. Secas, escassez hídrica, incêndios descomunais, ondas letais de calor e poluição atmosférica acrescida pela combinação desses fatores são uma realidade na Austrália e em vários países da Europa. Segundo o IPCC (2022 AR6 WG II) a área queimada em Portugal em 2017 foi a maior do período 1980-2017.⁹⁷² A desertificação ameaça Portugal que pode ter mais de 60% de seu território afetado por esse processo até 2030, mantida a atual trajetória.⁹⁷³ Degradação e desertificação dos solos avançam em grande parte da Europa mediterrânea, ainda que em escalas e velocidades distintas, sendo já a realidade de 20% do território da Espanha, em decorrência da mineração destrutiva, do agronegócio insustentável e da emergência climática. Sobre um quinto do território espanhol, a agricultura já se tornou inviável e, segundo Antonio Turiel, pesquisador do Consejo Superior de Investigaciones Científicas desse país, “em um cenário de aumento de 3°C, a única zona habitável na Espanha seria realmente a costa cantábrica e seus arredores. O resto seria inabitável, com exceção de alguma área dos Pirineus e Pré-Pirineus”.⁹⁷⁴ Um aquecimento médio de 3°C pode soar como algo ainda distante. Trata-se, contudo, de uma realidade que, possivelmente, atingirá os jovens espanhóis de hoje. Além disso,

é razoável supor que o caos comece a se instalar já em níveis de aquecimento próximos a 2°C. Fenômenos similares estão acoessando também grande parte da zona do Pacífico na América do Norte, da Califórnia à Colúmbia Britânica, passando pelo estado de Utah, onde a secagem terminal do Great Salt Lake está liberando na atmosfera quantidades crescentes de metais pesados, de arsênico e de outras substâncias tóxicas.⁹⁷⁵ Inundações vitimam recorrentemente a Inglaterra, a Europa Central e, novamente, a Austrália. Mesmo os países mais ricos estão estruturalmente indefesos diante da ação conjunta desses quatro vetores de degradação socioambiental, ao menos nos quadros do ordenamento jurídico atual e na ausência de governança global. A sinergia e os tempos apenas defasados entre ricos e pobres no que se refere aos impactos desses processos caracterizam o processo em curso de colapso socioambiental global. E é próprio de um colapso dessa magnitude fazer *tabula rasa* dos privilégios herdados da história, que pareciam espelhar uma hierarquia social supostamente imutável, assente, por assim dizer, na “ordem natural das coisas”.

8.2 Desigualdade socioeconômica sem precedentes

Thomas Piketty escreveu todo um livro, riquíssimo de dados, para afirmar que “existe um movimento de longo termo, evoluindo em direção a mais igualdade social, econômica e política ao longo da história”.⁹⁷⁶ É fato e se trata, como bem mostra o autor, de um processo resultante da longa história da luta de classes. Estamos no momento, contudo, navegando em sentido regressivo em relação a esta tendência histórica e esse aumento do abismo entre muito ricos e muito pobres é a causa fundamental da incapacidade das sociedades de combater o agravamento dos três primeiros vetores de regressão: clima, biodiversidade e poluição. Ele é também a forma mais aguda e imediata dessas regressões. “Redução das desigualdades” é, como se sabe, o 10º dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ocorre que desde os anos 1980, os abismos separando ricos e pobres nos países ricos e pobres apenas aumentaram. E esse processo só se acelerou após 2015, data da assinatura dos 17 ODS.

O fenômeno do acirramento das desigualdades é bem conhecido e foi objeto de análises de grande envergadura por parte da Oxfam e de economistas como Paul Krugman, Joseph Stiglitz, Lucas Chancel, Gaël Giraud, do já citado Thomas Piketty, entre muitos outros. Entre suas causas estão, em linhas gerais, a globalização e a financeirização extremas do capitalismo, a liberação da circulação de capitais, a estrutura fiscal mais regressiva em diversos países e os (ao menos) 72 paraísos fiscais, por onde passa até metade do comércio mundial e onde se ocultam trilhões de dólares. Segundo o levantamento realizado pelos autores do documento “The State of Tax Justice 2021”, US\$ 483 bilhões são canalizados para paraísos fiscais por ano, dos quais US\$ 312 bilhões o são através de operações abusivas de multinacionais e US\$ 171 bilhões por pessoas físicas.⁹⁷⁷ A estrutura jurídica que normatiza o ciclo de reprodução ampliada do capital em escala global foi redesenhada desde os anos 1980 para garantir a evasão e a elisão fiscal. Ela constitui, por si só, um dos mais brutais atentados aos direitos humanos e à agenda de justiça social, pois esses recursos desviados do fisco poderiam atenuar imensamente as desigualdades crescentes.

Passemos aos dados, antes de mais nada aos coligidos pelo World Inequality Database⁹⁷⁸, que mostram quão rapidamente estamos caminhando em sentido diametralmente oposto ao 10º objetivo dos 17 ODS. A Tabela 8.4 mostra a concentração da renda nacional nas mãos do 1% mais rico de países selecionados e no mundo, entre 1980 e 2020 (veja-se também, abaixo, a Tabela 8.7).

Tabela 8.4 - Concentração da renda nacional nas mãos do 1% mais rico em países selecionados e no mundo (%)

1980

2020

| | | |
|---------------|------|------|
| EUA | 10,5 | 18,8 |
| França | 8,6 | 9,8 |
| Alemanha | 9,8 | 12,8 |
| China | 6,6 | 14,0 |
| África do Sul | 10,9 | 21,9 |
| Reino Unido | 7,2 | 12,7 |
| Mundo | 17,5 | 19,3 |

Fonte: World Inequality Database, “Top 1% national income share”

<https://wid.world/world/#sptinc_p99p100_z/US;FR;DE;CN;ZA;GB;WO;BR/last/eu/k/p/yearly/s/false/4.858499999999999/curve/false/country>.

O World Inequality Report 2022 mostra que, atualmente, os 10% mais ricos da humanidade se apropriam de 52% da renda global em termos de Paridade de Poder de Compra (Purchasing Power Parity – PPP), enquanto os 50% mais pobres capturam apenas 8,5% dessa renda. A desigualdade é ainda maior quando medida em termos de riqueza patrimonial, pois os 50% mais pobres detêm apenas 2% da riqueza global, ao passo que os 10% mais ricos acaparam 76% dessa riqueza. A Figura 8.3 resume essas disparidades.⁹⁷⁹

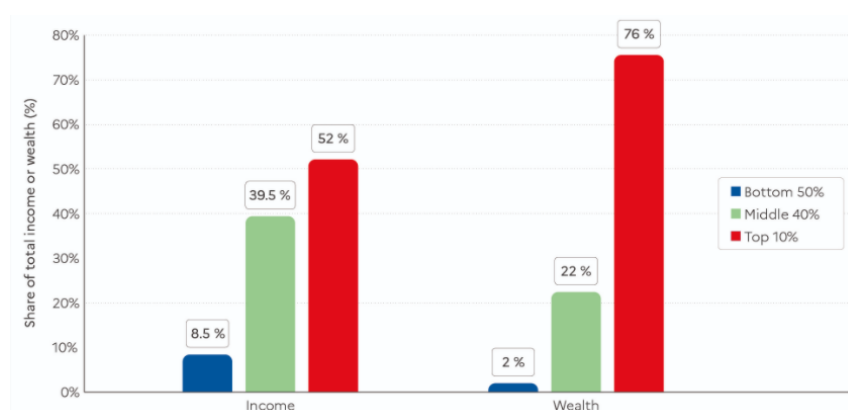


Figura 8.3 - Desigualdade global de renda e de riqueza patrimonial (%), aferida em termos de Paridade de Poder de Compra (Purchasing Power Parity – PPP)

Fonte: Cf. World Inequality Report 2022. Executive Summary. <<https://wir2022.wid.world/executive-summary/>>.

Basicamente, os 10% mais ricos da humanidade possuem mais do triplo (76%) da riqueza patrimonial dos “restantes” 90%, e 38 vezes mais do que os 50% mais pobres da humanidade. O relatório da ONU de 2020, “Desigualdade em um mundo em rápida mutação”, acrescenta outros dados a respeito da desigualdade de renda.⁹⁸⁰

“A desigualdade de renda aumentou na maioria dos países desenvolvidos e em alguns países de renda média, incluindo China e Índia, desde 1990. Os países onde a desigualdade cresceu abrigam mais de dois terços (71%) da população mundial. (...) A parcela da renda destinada ao 1% mais rico da população aumentou em 59 de 100 países com dados de 1990 a 2015. (...) A renda média das pessoas que vivem na América do Norte é 16 vezes mais alta do que as pessoas na África Subsaariana, por exemplo.”

Na base da pirâmide da renda, o Banco Mundial estimava em 2018, isto é, antes da pandemia da Covid-19, que mais de 1,9 bilhão de pessoas, ou 26,2% da população mundial, viviam com menos de US\$ 3,20 por dia em 2015, quase 46% da população mundial vivia com menos de US\$ 5,50 por dia e 62% da população vivia então com até US\$ 10 por dia. Enfim, 85% da população vivia com menos de US\$ 30 por dia.⁹⁸¹ O relatório Global Wealth Report (2021) do Crédit Suisse Research Institute mostra essa desigualdade do ponto de vista dos ativos, o que a revela de modo ainda mais extremo: em 2021, 56 milhões de indivíduos, cerca de 1% dos adultos do planeta, acumulavam uma riqueza estimada em mais de US\$ 191 trilhões, o que representava

45,8% dos ativos mundiais. Além disso, os 12% dos adultos mais ricos da humanidade acumulavam mais de US\$ 350 trilhões, ou 85% desses ativos globais.⁹⁸² Esses 12% dos adultos mais ricos do mundo, 639 milhões de indivíduos, açambarcam hoje quase toda a riqueza gerada e acumulada pela economia global. Segundo o relatório apresentado pela Oxfam em 2020 ao World Economic Forum de Davos, uma microscópica fração desses 639 milhões de indivíduos, precisamente 2.153 bilionários, detém mais riqueza do que 4,6 bilhões de pessoas, ou seja, 60% da população mundial.⁹⁸³

A desigualdade está aumentando não apenas nos países mais pobres, mas também em vários países da Europa e, sobretudo, nos EUA. Em 2018, o Índice de Desenvolvimento Inclusivo (Inclusive Development Index – IDI) mostra que “a desigualdade de renda aumentou ou permaneceu estagnada em 20 das 29 economias avançadas, e a pobreza aumentou em 17”.⁹⁸⁴ A pobreza, e mesmo a pobreza extrema, é hoje, mais que nunca, uma realidade que os países ricos já não conseguem disfarçar. De modo geral, os EUA, o país mais rico do mundo, capitaneiam esse processo. “Segundo dados do Crédit Suisse, nos anos 2015-2017, entre 4% e 10% dos 10% mais pobres do mundo são cidadãos dos EUA, o que significa algo entre 20 e 50 milhões de adultos”.⁹⁸⁵ Segundo Luke Shaefer e Kathryn Edin, “o número de famílias vivendo com US\$ 2,00 ou menos por dia durante ao menos um mês num ano nos EUA mais que dobrou em 15 anos, passando de 636.000 famílias em 1996 para 1.460.000 famílias em 2011”.⁹⁸⁶ Os dados publicados por Philip Alston, relator especial da ONU sobre a pobreza extrema e os direitos humanos nos EUA, mostram alguns aspectos aberrantes da desigualdade e da crise sanitária nesse país:⁹⁸⁷

- os cidadãos dos EUA têm menor expectativa de vida e perspectiva de uma vida mais doentia, em comparação com as pessoas que vivem em qualquer outra democracia rica, e a “defasagem de saúde” (*Health gap*) entre os EUA e seus países pares continua a crescer. Por outro lado, a hipermedicalização induzida pelo *Big Pharma* causou mais de um milhão de mortes nos EUA apenas no século XXI (mais de 100 mil mortes apenas em 2021), sobretudo por overdose de analgésicos opiáceos, com grande parte das vítimas entre 10 e 24 anos. Estima-se que entre 2015 e 2019, perderam-se 1,2 milhões de anos de vida apenas nessa faixa etária por causa de overdoses dessas drogas,⁹⁸⁸
- a taxa de pobreza na juventude é a maior dos países da OCDE, com ¼ dos jovens vivendo em pobreza, comparados com 14% dos jovens nos países da OCDE;
- os EUA têm o mais alto Índice Gini (quanto maior, maior a desigualdade) dos países ocidentais;
- as taxas de mortalidade infantil nos EUA em 2013 eram as mais altas entre as economias avançadas;
- doenças tropicais negligenciadas, incluindo a Zika, estão crescendo nos EUA, com 12 milhões de cidadãos nesse país vivendo com infecções parasitárias;
- os EUA são o país com os maiores índices em absoluto de encarceramento, cinco vezes a mais, aproximadamente, do que os demais países da OCDE;
- os EUA são o país com a maior prevalência de obesidade no mundo (30,7% da população adulta em 1999-2000 e 42,4% em 2017-2018; nesse período, a prevalência de obesidade grave em adultos passou de 4,7% para 9,2% da população. Entre os jovens (2 a 19 anos), a obesidade atingia 19,3% da população em 2019);⁹⁸⁹
- o país situa-se em 36º lugar em termos de acesso à água e à infraestrutura sanitária no mundo desenvolvido;

- o nível de participação política dos cidadãos dos EUA é o mais baixo entre seus países pares. Apenas cerca de 55,7% da população em idade de votar nos EUA votou nas eleições presidenciais de 2016. No âmbito dos países da OCDE, os EUA estão em 28º lugar em termos de participação eleitoral, em comparação com uma média da OCDE de 75%. Os eleitores registrados representam uma parcela muito menor de eleitores em potencial nos EUA do que em qualquer outro país da OCDE.

Como afirma Philip Alston, “em setembro de 2017, mais de um em cada oito americanos vivia na pobreza (40 milhões, o equivalente a 12,7% da população). E quase metade deles (18,5 milhões) vivia em extrema pobreza, com renda familiar relatada abaixo da metade do limiar de pobreza”.⁹⁹⁰ Essa radiografia da pobreza nos EUA pode ser vista também do ponto de vista da evolução da pobreza extrema nesse país nos últimos 38 anos, como mostra a Figura 8.4.

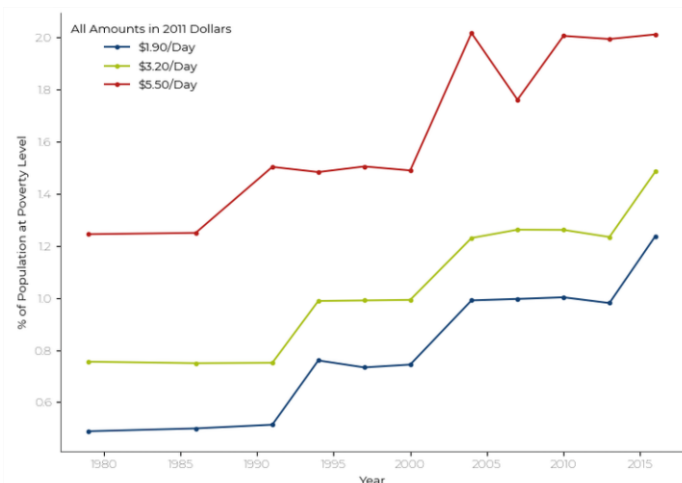


Figura 8.4 - Porcentagem da população dos EUA em três situações de extrema pobreza, entre 1979 e 2017: rendas diárias de até US\$ 1,90, até US\$ 3,20 e até US\$ 5,50 (em dólares de 2011).

Fonte: Colin McAuliffe, “Extreme Poverty is on the Rise in the US”. *Data for Progress*, baseado em The World Bank Poverty and Equity Database

<<https://www.dataforprogress.org/blog/2018/12/3/jg5hvx1e4qpfk5srha9mn21jigwoj>>.

O Índice de Gini, largamente adotado no que se refere à avaliação da desigualdade (como dito, quanto maior o número no Índice Gini, maior a desigualdade), pareceria contradizer a ideia de um aumento da desigualdade global, pois esse Índice passou de 63 em 1960 para 47 em 2013, segundo o World Bank. Ocorre que as grandes conquistas da China nos últimos 30 anos na erradicação da pobreza extrema distorcem enormemente a realidade global. Assim, quando a China é retirada desse cálculo, o Índice Gini mostra uma involução de 50 em 1980 para 58 em 2005. Isso, em termos de um Índice Gini relativo, isto é, na comparação entre duas economias, critério seguido pelo Banco Mundial. Em termos absolutos, o Índice Gini regrediu de 57 em 1988 para 72 em 2005, mesmo sem retirar a China.⁹⁹¹ E, desde então, com as crises financeiras de 2007/2008 e com a pandemia da Covid-19, esses níveis de desigualdade só fizeram piorar.

Outra forma de abordar o mesmo problema é através da desigualdade nas emissões de GEE. Como mostrou Lucas Chancel, do World Inequality Lab,⁹⁹² em 2019 as emissões globais de CO₂-equivalente (CO₂e) atingiram 50 bilhões de toneladas (não computadas aqui as emissões provenientes da mudança do uso da terra, sobretudo desmatamento), ou seja, cerca de 6,6 toneladas per capita. Mas os 10% mais ricos da humanidade (771 milhões de indivíduos) foram responsáveis por 48% dessas emissões, ao passo que os 50% mais pobres da humanidade (3,8 bilhões de indivíduos) respondiam então apenas por 12% delas, ou quatro vezes menos que a média global. Enquanto os 10% mais ricos emitiram 31 toneladas de CO₂e per capita, os 50%

mais pobres emitiram cerca de 20 vezes menos (1,6 tCO₂e per capita). Já o 1% mais rico da humanidade foi responsável por 17% do total dessas emissões em 2019. Além disso, o 1% mais rico emitiu 110 tCO₂e per capita, ou seja, 69 vezes mais que as emissões per capita dos 50% mais pobres da humanidade e mais de 110 vezes mais que o bilhão de indivíduos mais pobres do planeta que emitiram menos de 1 tCO₂e per capita. A Figura 8.5 resume o essencial dessas desproporções.

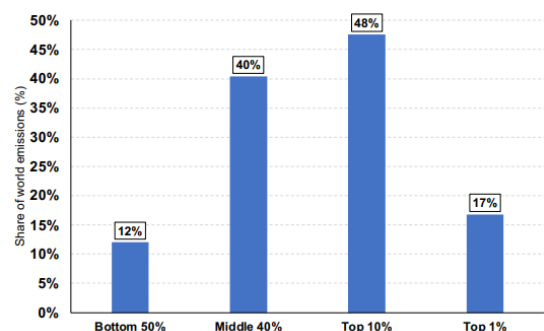


Figura 8.5 - Emissões de CO₂e em 2019, segundo a distribuição da riqueza na população mundial (%):

1. os 50% mais pobres; 2. os 40% na faixa intermediária de riqueza; 3. os 10% mais ricos e 4. o 1% mais rico

Fonte: Lucas Chancel, *Climate Change and the Global Inequality of Carbon Emissions, 1990 - 2020*. World Inequality Lab, Outubro de 2021 <<https://wid.world/document/climate-change-the-global-inequality-of-carbon-emissions-1990-2020-world-inequality-lab-working-paper-2021-21/>>.

Entre 1990 e 2020, as emissões de CO₂e do 1% mais rico aumentaram mais rapidamente do que em qualquer outro grupo, ao passo que as emissões dos 50% mais pobres aumentaram apenas de 1,2 a 1,6 tCO₂e per capita no período. Não se trata, aqui, apenas do abismo crescente entre países ricos e pobres, pois em muitos países ricos as emissões per capita dos 50% mais pobres declinaram, em forte contraste com a minoria dos mais ricos nesses países. Sempre segundo Chancel, na Europa as emissões médias per capita por ano são da ordem de 10 toneladas; na América do Norte, de 20 toneladas; na China, de 8 toneladas; no Sul e Sudeste Asiático, de 2,6 e na África Subsaariana, enfim, de 1,6 toneladas. Nesse quadro de brutal desigualdade, há um agravante importante que a torna ainda maior, pois os países não incorporam nos relatórios sobre suas emissões nacionais de GEE as emissões geradas na produção e transporte dos bens e serviços importados de outros países. Como sublinha Chancel:⁹⁹³

“Embora os governos relatem oficialmente o carbono emitido em seu próprio território, eles não produzem dados sistemáticos sobre o carbono importado em bens e serviços para sustentar os padrões de vida em seu país. A contabilização dessas emissões (...) aumenta os níveis de emissão europeus em cerca de 25% e reduz as emissões relatadas na China e na África Subsaariana em cerca de 10% e 20%, respectivamente”.

A desigualdade socioeconômica não é, enfim, apenas um propulsor da emergência climática, mas é também agravada por essa emergência. Como afirma o já citado relatório da ONU, “a relação entre a renda dos 10% mais ricos e a dos 10% mais pobres da população global é 25% maior do que o seria em um mundo sem aquecimento global”.⁹⁹⁴

8.3 Um planeta entulhado

A ineficiência do sistema econômico vigente está aumentando. Em 2020, a economia global era apenas 8,6% circular. Dois anos antes (2018), ela era 9,1% circular.⁹⁹⁵ Trata-se de mais uma das tantas regressões em curso, que se expressa também em outros números: no século XX, a geração de lixo decuplicou (para um aumento demográfico de 1,6 em 1900 a 6,1 bilhões em

2000) e até 2025, afirmava um trabalho de 2013, ela dobrará novamente.⁹⁹⁶ Em 2022, o Banco Mundial afirma:⁹⁹⁷

“No mundo todo, a geração de lixo está aumentando. Em 2016, as cidades do mundo geraram 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos, com uma pegada de 0,74 quilos por pessoa por dia. Com um rápido crescimento da população e da urbanização, a geração anual de lixo deve aumentar em 70% em relação aos níveis de 2016, atingindo 3,4 bilhões de toneladas em 2050”.

É claro que, mais uma vez, essa geração é muito desigual. Em 2018, seguindo os dados do Banco Mundial, Silpa Kaza e colegas mediam essa desigualdade entre os países: “No mundo todo são gerados em média 0,74 quilos per capita por dia, mas essa quantidade varia de 0,11 a 4,54 quilos”.⁹⁹⁸ Na trajetória atual, estima-se que o aumento da geração de lixo será mais que o dobro do aumento da população até 2050. “Todos os anos, cerca de 11,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são coletados em todo o mundo e a decomposição da parte orgânica deles contribui com cerca de 5% das emissões globais de gases de efeito estufa”.⁹⁹⁹ Ao lado do lixo, esse *output* final de uma economia quase inteiramente linear, é preciso lembrar seu *input*, isto é, o aumento descomunal e crescente da mineração e da extração. Em 2017, “pela primeira vez na história, mais de 100 bilhões de toneladas de materiais estão entrando na economia a cada ano”.¹⁰⁰⁰ A Tabela 8.5 discrimina esses materiais:

Tabela 8.5 - Materiais introduzidos no sistema econômico por ano, discriminados por tipos em Gigatoneladas

| | Gigatoneladas (Gt) |
|--------------------------------------|--------------------|
| Minerais (areia, argila etc.) | 50,8 |
| Ganga (minerais nas rochas) | 10,1 |
| Combustíveis fósseis | 15,1 |
| Biomassa | 24,6 |
| Total | 100,6 |

Fonte: *The Circularity Gap Report*, 2020. Circle Economy

Como visto no capítulo 1, Emily Elhacham e colegas designaram como “massa antropogênica” a massa de produtos resultantes da atividade humana. Essa massa está agora superando a biomassa viva do planeta, hoje da ordem de 1,1 Teratoneladas:¹⁰⁰¹

“Descobrimos que a Terra está exatamente neste ponto de cruzamento; no ano de 2020 (± 6 anos), a massa antropogênica, que tem recentemente dobrado a cada 20 anos, ultrapassará toda a biomassa viva global. Em média, para cada pessoa no globo, uma massa antropogênica igual ou maior do que seu peso corporal é produzida todas as semanas. (...) Da mesma forma, mostramos que a massa global de plástico produzido é maior do que a massa total de todos os animais terrestres e marinhos combinados.”

A United States Geological Society (USGS) calculou quantas libras (1 libra = 0,435 kg) de minerais são “necessárias” para uma pessoa em média em um ano nos EUA. Eis os resultados: “Para manter nosso padrão de vida, cada pessoa nos EUA requer mais de 40.630 libras (18.100 kg) de minerais cada ano”. Isso é quanto “pesa” em média um cidadão dos EUA por ano. Pedras, cascalho e areia compõem, de longe, os maiores itens. Mas um cidadão dos EUA consome em média, por ano, 310 kg de cimento, 15,4 kg de alumínio, 5,4 kg de cobre; 4,9 kg de chumbo; 2,7 kg de zinco; 2,3 kg de manganês; 11,3 kg de outros metais e 264,8 kg de outros não metais. Além

disso, ele consome em média por ano 1.629 quilos de carvão, 3.618 litros de petróleo (956 galões) e 101 mil pés cúbicos de gás natural.¹⁰⁰²

Life in plastic, it's fantastic

O plástico está no centro dessa proliferação obscena de massa antropogênica. O plástico é o material que mais profundamente moldou o mundo e o imaginário contemporâneos: “*I'm a Barbie girl, in the Barbie world / Life in plastic, it's fantastic!*”. Esse refrão de uma canção da boneca Barbie¹⁰⁰³ é bem o signo da ubiquidade planetária do plástico. De fato, nenhum outro produto industrial cresceu na velocidade da produção do plástico nos últimos 70 anos e as perspectivas são de crescimento ininterrupto num futuro discernível. Nesse período, a produção de polímeros aumentou quase 200 vezes, passando de 2 milhões de toneladas (Mt) em 1950 para 358 Mt em 2018 e para 368 Mt em 2019.¹⁰⁰⁴ E há projeções segundo as quais essa produção pode crescer entre 3,5% e 4% ao ano, vindo a atingir cerca de 550 Mt em 2035.¹⁰⁰⁵ Aceitam-se em geral as estimativas de Roland Geyer, Jenna Jambeck e de Kara Lavender Law,¹⁰⁰⁶ segundo as quais até 2015 haviam sido produzidas, cumulativamente, 8,3 bilhões de toneladas (Gt) de plásticos “virgens”, o que gerou 6,3 Gt de lixo plástico, dos quais apenas 9% haviam sido reciclados, 12% haviam sido incinerados e 79% dispersos nos mais diversos ambientes. Até 2050, sempre segundo esses autores, 11 Gt de lixo plástico estarão entulhando e enfeitando o planeta. Plásticos são encontrados hoje em praticamente todos os habitats da Terra, desde elevações próximas ao pico do Monte Everest até as profundezas oceânicas e até mesmo na Fossa Mariana.¹⁰⁰⁷

Não se trata apenas de poluição e de intoxicação dos organismos (como se verá na próxima seção), mas de uma contribuição cada vez mais significativa à desestabilização do sistema climático. Segundo o relatório *Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet*, se a produção e o uso de plástico crescerem conforme os planos atuais das corporações, até 2030 as emissões de GEE podem chegar a 1,34 Gt por ano – o equivalente às emissões liberadas por mais de 295 novas usinas a carvão de 500 megawatts. E até 2050, as emissões acumuladas de GEE a partir do plástico podem atingir mais de 56 Gt – 10% a 13% de todo o orçamento de carbono restante para manter o aumento da temperatura em 1,5°C.¹⁰⁰⁸

E-waste e o crescimento exponencial da poluição química

O lixo eletrônico (*E-waste*) constitui uma ameaça equivalente. “Em 2019, o mundo gerou 53,6 Mt de lixo eletrônico, uma média de 7,3 quilos per capita. A geração global de lixo eletrônico cresceu 9,2 Mt desde 2014 e projeta-se que cresça para 74,7 Mt até 2030 – quase dobrando em apenas 16 anos”.¹⁰⁰⁹ O plástico e o lixo eletrônico são, contudo, apenas dois exemplos entre milhares de outras fontes de poluição químico-industrial, presentes na multiplicação ininterrupta de novas substâncias químicas. Já em 1982 a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) listava em seu inventário 62 mil dessas substâncias – fabricadas ou importadas nos EUA – incluídas na Lei de Controle de Substâncias Tóxicas (Toxic Substances Control Act - TSCA). O Inventário TSCA, que não inclui agrotóxicos, listava em 2017 mais de 86 mil substâncias químicas, isto é, um aumento de 24 mil itens em pouco mais de 30 anos.¹⁰¹⁰ Em 2015, a Agência Europeia de Substâncias Químicas (ECHA) elencava a existência de 144 mil diferentes substâncias químicas industriais registradas ou em fase de registro para uso no mercado. O já citado relatório sobre direitos humanos proposto em 2022 por David Boyd e Marcos Orellana à ONU, afirma:¹⁰¹¹

“A intoxicação do planeta Terra está se intensificando. Embora algumas substâncias tóxicas tenham sido proibidas ou estejam sendo eliminadas, a produção geral, o uso e o descarte de produtos químicos perigosos continuam a aumentar rapidamente. Centenas de milhões de toneladas de substâncias tóxicas são lançadas anualmente no ar, na água e no solo. A produção

de produtos químicos dobrou entre 2000 e 2017, e deve dobrar novamente até 2030 e triplicar até 2050, com a maior parte do crescimento em países não membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)”.

8.4 Intoxicação, adoecimento e mortes prematuras. As novas “zonas de sacrifício”

David Boyd e Marcos Orellana sublinham a existência de novas “zonas de sacrifício”, termo que designava durante a Guerra Fria áreas que os testes nucleares na atmosfera haviam tornado inabitáveis. “Hoje, uma zona de sacrifício pode ser entendida como um lugar onde os moradores sofrem consequências devastadoras para a saúde física e mental e violações dos direitos humanos como resultado de viverem em focos de poluição e áreas altamente contaminadas”.¹⁰¹² Elas não se encontram apenas nos países pobres e nas comunidades mais pobres dos países ricos. Estima-se que haja 2,8 milhões de sítios contaminados na Europa.¹⁰¹³ Mais de 250 mil pessoas vivem hoje em zonas de sacrifício nos EUA, onde o risco de câncer causado pela poluição atmosférica é considerado “inaceitável” pela EPA (Environmental Protection Agency), isto é, pelo próprio governo desse país. Muitos desses *hot spots* de poluição encontram-se no corredor petroquímico do Texas e da Louisiana, o chamado *Cancer Alley*, mas vários outros se encontram na Pensilvânia, Novo México, Illinois, Kentucky e no Tennessee.¹⁰¹⁴ Isso no que diz respeito “apenas” aos riscos de câncer e apenas nessas zonas de sacrifício. Os danos à saúde, muitos deles gravíssimos, causados pela poluição são numerosíssimos, dentro e fora dessas zonas de sacrifício, como se verá em seguida. Julian Cribb faz notar que, além dessas zonas de sacrifício, “a Terra, e toda a vida nela, estão sendo saturadas com produtos químicos feitos pelo homem em um evento diferente de tudo que ocorreu em todos os quatro bilhões de anos da história do nosso planeta”.¹⁰¹⁵

Uma nova linha de pesquisa: a exposômica

Os cientistas categorizam agora a Terra como um planeta tóxico.¹⁰¹⁶ O lixo, a poluição atmosférica e a exposição a substâncias químicas industriais intoxicantes tornaram-se onipresentes na superfície do planeta, no ar, nos rios, lagos, aquíferos, oceanos e, obviamente, nos organismos. A letalidade e os danos para a saúde humana e de outras espécies de muitas das mais de 140 mil novas substâncias químicas e pesticidas sintetizados desde 1950, que compõem a poluição industrial contemporânea, não são ainda suficientemente conhecidos.¹⁰¹⁷ Conhecem-se ainda menos os danos causados, seja pela exposição prolongada em baixas doses a essas substâncias, seja pelas interações entre elas. Mas nem tudo é ignorância. A partir dessas incógnitas, uma nova linha de pesquisa emerge desde 2005 no âmbito da toxicologia, a *exposômica* (*exposomics*). Ela almeja mensurar os níveis de exposição dos organismos (da fase embrionária à velhice) a essas substâncias e associar os riscos dos impactos dessa exposição sobre nossa saúde, distinguindo-os da susceptibilidade genética.¹⁰¹⁸ Em uma revisão sobre a matéria, Annette Peters, Tim Nawrot e Andrea Baccarelli sistematizaram oito vias biológicas distintas através das quais essas substâncias podem afetar a saúde dos organismos:

(1) Estresse oxidativo e inflamação. A despeito do oxigênio ser necessário para a obtenção de energia a partir de glicose, sua presença induz a uma série de reações químicas danosas (radicais livres). Os mecanismos de defesa do organismo são os antioxidantes. Substâncias químicas agressivas podem esgotar a defesa antioxidante e induzir inflamação e morte celular. “A capacidade de responder ao estresse oxidativo foi identificado como um determinante central do envelhecimento e longevidade e está implicada em muitas doenças em humanos, incluindo câncer, aterosclerose e doenças cardiovasculares relacionadas, doenças respiratórias e doenças neurológicas”.¹⁰¹⁹

(2) Alterações genômicas e mutações somáticas. Algumas substâncias poluidoras são mutagênicas, isto é, alteram o DNA e podem desencadear câncer e doenças crônicas. Mutações somáticas tornam-se mais frequentes com a idade e deteriorações do material genético estão associadas a diversas doenças. A exposição à poluição intensifica este processo.

(3) Alterações epigenéticas. Tem sido demonstrado que a poluição atmosférica, pesticidas e metais pesados induzem a mudanças danosas na expressão dos genes ao longo da vida com efeitos que aceleram o relógio do envelhecimento.

(4) Disfunção mitocondrial. Alterações no conteúdo de DNA mitocondrial (mtDNA) (quantidade total de cópias de mtDNA) é um marcador estabelecido de danos e da função mitocondrial. Elas são a causa de várias doenças humanas e podem ter impactos no QI, além de estarem associadas a diabetes tipo 2 e a câncer de mama.

(5) Perturbações endócrinas. Muitas substâncias poluidoras perturbam a regulação hormonal, o que tem sido associado a diabetes tipo 2 e a disfunções da tireoide.

(6) Alteração na comunicação intra e intercelular. O envelhecimento prejudica essa comunicação, prejuízo que é exacerbado por algumas substâncias que envelhecem prematuramente as células. A resultante desse processo pode ser chamada de “inflamação envelhedora” (“*inflammaging*”), um traço típico do envelhecimento.

(7) Alteração nas comunidades de microbiomas. Tais alterações na flora intestinal aumentam a susceptibilidade a alergias e a infecções.

(8) Prejuízos no sistema nervoso central. Como afirmam os autores:¹⁰²⁰

“O cérebro é particularmente vulnerável a substâncias químicas neurotóxicas ao longo da vida que prejudicam seu desenvolvimento e programação, dificultam a maturação funcional e desencadeiam doenças neurológicas e neurodegeneração. Poluentes industriais prejudicam a saúde, com redução do QI, comportamento e indução de doenças neurodegenerativas em fases avançadas da vida. Para pelo menos onze produtos químicos (chumbo, metilmercúrio, bifenilos policlorados, arsênico, tolueno, manganês, flúor, clorpirifós, diclorodifeniltricloroetano, tetracloroetileno e os éteres difenílicos polibromados), a neurotoxicidade está claramente documentada”.

Foram igualmente relatados prejuízos neurais decorrentes de estimulação sensorial excessiva, entre as quais a poluição sonora e luminosa. Além disso, três revisões sobre os impactos dessas substâncias reforçam a chamada “hipótese obesogênica”, segundo a qual a pandemia de obesidade que se alastra pelo mundo estaria associada à interferência de poluentes químicos no funcionamento de receptores neuronais, promovendo adiposidade e alterando o metabolismo, inclusive por via epigenética.¹⁰²¹

Mortes por poluição

De modo geral, esse conjunto de doenças em humanos causadas pela poluição foram responsáveis em 2015 por cerca de 9 milhões de mortes prematuras (até 69 anos), ou 16% das mortes no mundo todo. Uma avaliação mais recente confirma que a poluição permanece responsável em 2019 por esse saldo de 9 milhões de mortes prematuras.¹⁰²² Outra estimativa sugere que esse número pode ser ainda mais alto, atingindo 12,6 milhões de mortes prematuras.¹⁰²³ Apenas para colocar esses números em perspectiva, mesmo nos atendo à estimativa mais baixa, eles representam “o triplo da soma das mortes por AIDS, tuberculose e

malária, e 15 vezes mais que as mortes causadas por todas as guerras e por outras formas de violência. Nos países mais gravemente afetados, ela foi responsável por uma morte em cada quatro”.¹⁰²⁴ A Figura 8.6 mostra as causas e fatores de risco das mortes globais em 2015, com forte preponderância das mortes causadas pela poluição.

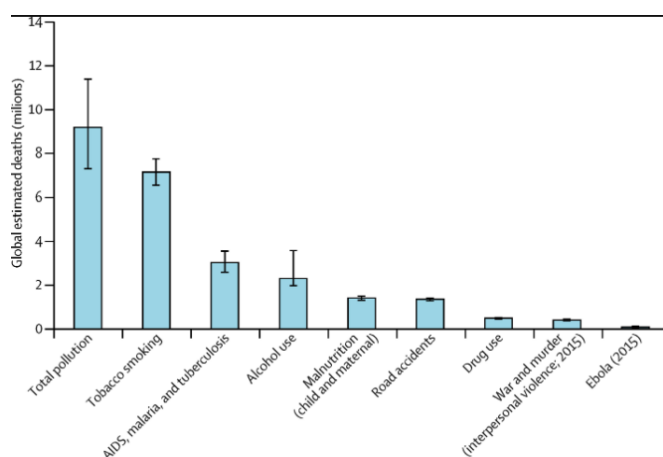


Figura 8.6 - Estimativas de mortes globais em 2015 (em milhões de pessoas), segundo as principais causas e fatores de riscos. As linhas verticais nas colunas representam as margens de incerteza.

Fonte: Philip J. Landrigan *et al.*, “The *Lancet* Commission on pollution and health”, 391, 10119, 19/X/2017, p. 473, Figura 5 <<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2817%2932345-0>>.

Observação: Baseado em “Global Burden of Disease 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015”. *The Lancet*, 388, 2016, pp. 1459-1544.

A Figura 8.7 discrimina, por sua vez, as principais causas de morte por fontes de poluição.

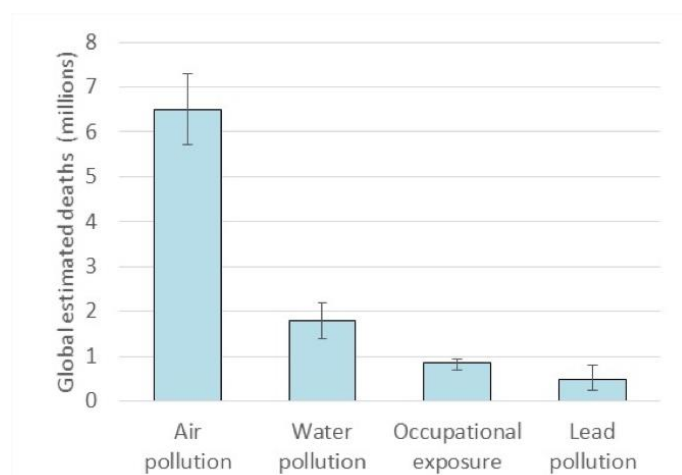


Figura 8.7 - Estimativas de mortes globais por poluição em 2015 (em milhões de pessoas), segundo suas fontes: ar, água, exposição ocupacional e chumbo. As linhas verticais representam as margens de incerteza.

Fonte: Philip J. Landrigan *et al.*, “The *Lancet* Commission on pollution and health”, 391, 10119, 19/X/2017, Figura 6. <[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32345-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32345-0/fulltext)>.

Observação: Baseado em “Global Burden of Disease 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015”. *The Lancet*, 388, 2016, pp. 1459-1544.

Segundo dados da OMS, já velhos de um decênio, das 43 milhões de mortes ocorridas em 2012, 12,6 milhões são atribuíveis a alguma forma de poluição do meio ambiente. Isso representa 22,7% de todas as mortes e 26% das mortes de crianças menores de 5 anos.¹⁰²⁵ Nada há de

surpreendente nisso pois, segundo uma avaliação recente da OMS, “a quase totalidade da população mundial (99%) respira um ar que excede os limites de qualidade de ar estipulados pela OMS e ameaça sua saúde”.¹⁰²⁶ Segundo Joss Lelieveld e colegas, “o excesso de mortalidade global por causa da poluição do ar é estimado em 8,8 (7,11–10,41) milhões por ano, com uma perda de expectativa de vida de 2,9 (2,3–3,5) anos, um fator duas vezes maior do que as estimativas anteriores, superando a letalidade do tabagismo”.¹⁰²⁷ Em setembro de 2021, uma declaração de Tedros Adhanon Ghebreyesus, diretor-geral da OMS, ilustra de qualquer modo o que está em jogo: “Por causa da poluição atmosférica, o simples ato de respirar contribui para 7 milhões de mortes por ano”.¹⁰²⁸

Poluição tradicional x Poluição industrial

Outrora, e mesmo durante todo o século XX, as doenças e mortes causadas pela poluição decorriam sobretudo da falta ou da precariedade de infraestrutura sanitária. Em outras palavras, era sobretudo a contaminação da água e dos alimentos pelo esgoto, pelos resíduos dos próprios organismos, que adoecia e matava esses mesmos organismos. Tratava-se, portanto, de uma poluição orgânica. A Figura 8.8 destaca o advento de algo radicalmente novo na estrutura da poluição no século XXI: a partir aproximadamente de 2005, a poluição industrial ou, por assim dizer, “moderna”, começa a matar mais que a tradicional.

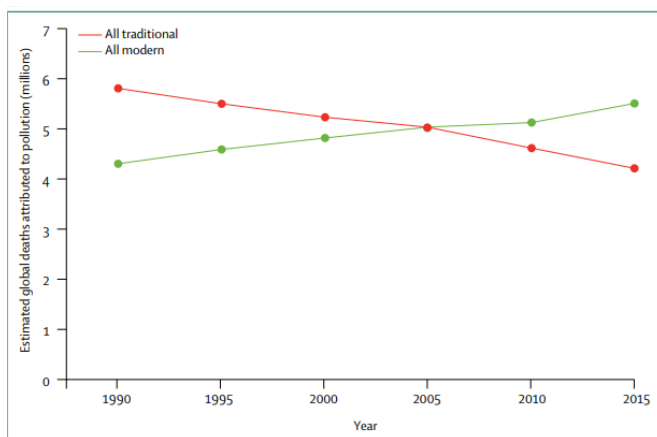


Figura 8.8 - Evolução das mortes globais causadas por poluição entre 1990 e 2015 (em milhões de pessoas), segundo as duas categorias de poluição: tradicional e industrial.

Fonte: Philip J. Landrigan *et al.*, “The Lancet Commission on pollution and health”, 391, 10119, 19/X/2017, p. 474, Figura 7. <<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2817%2932345-0>>.

Em Bangladesh, Índia, Nepal e Paquistão, países que, com a globalização do capitalismo, receberam dos países ricos as indústrias mais poluentes, há hoje um equilíbrio entre essas duas categorias de poluição. Mas mesmo em alguns países extremamente pobres da África, destinos do lixo “moderno” dos países ricos, as mortes por poluição industrial ganham espaço. A Figura 8.9 mostra os 10 países com maior proporção de mortes por poluição, segundo essas duas categorias de poluição.

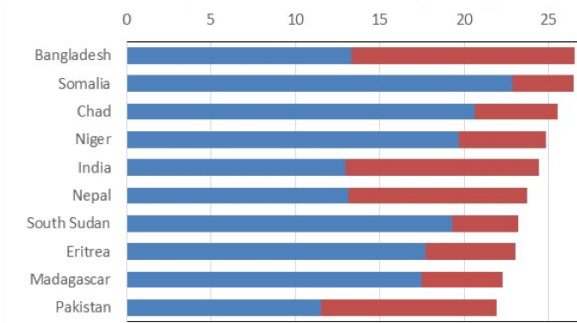


Figura 8.9 - Os dez países com as maiores porcentagens de mortes por poluição, segundo duas categorias de poluição: tradicional e moderna (à direita).

Fonte: Roger Sathre, "Environmental Pollution is a Threat to Global Sustainable Development". Institute for Transformative Technologies, 12/VI/2017. Baseado em Philip J. Landrigan *et al.*, "The *Lancet* Commission on pollution and health", 391, 10119, 19/X/2017, com dados de "Global Burden of Disease 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015". *The Lancet*, 388, 2016, pp. 1459-1544.

<https://transformativetechnologies.org/insights/environmental-toxicity/environmental-pollution-is-a-threat-to-sustainable-development-costing-millions-of-lives-each-year/>

Plástico, lixo eletrônico, agrotóxicos e PFAS

Entre os itens mais proeminentes na intoxicação pela poluição "moderna" figuram o plástico, o lixo eletrônico, os agrotóxicos e as substâncias perfluoroalquiladas (PFAs), uma família de milhares de produtos químicos persistentes (PFOS, PFOA, GenX etc.), chamados por isso "Forever chemicals". Eles são detectados agora na corrente sanguínea, no fígado, nos rins... Nos EUA, essas substâncias foram encontradas no leite materno humano em 100% das 50 amostras examinadas.¹⁰²⁹ A exposição humana e de outros animais a essas substâncias é generalizada e em níveis de concentração até quase 2.000 vezes mais alto do que os níveis considerados seguros na água potável pelos órgãos reguladores. Elas têm sido associadas a lesões no fígado, doenças da tireoide, perturbações endócrinas, diminuição da fertilidade, colesterol alto, obesidade e câncer.¹⁰³⁰

Como se sabe, o plástico permanece na natureza por séculos ou milênios, fragmentando-se muitas vezes em microplásticos e em nanoplásticos, que invadem o ar, a água, todos os habitats planetários e os organismos. Começa-se a descobrir agora a exposição de organismos humanos a essas partículas, detectadas, por exemplo, na circulação sanguínea, em placentas e nas fezes humanas. Segundo Heather Leslie e colegas, "é cientificamente plausível que partículas de plástico possam ser transportadas aos órgãos através da circulação sanguínea".¹⁰³¹ Seu trabalho se conclui com a seguinte interrogação: "Se as partículas de plástico presentes na corrente sanguínea estão de fato sendo transportadas por células imunes, surge também a questão, tais exposições podem afetar potencialmente a regulação imune ou a predisposição a doenças de base imunológica?".¹⁰³² Em 2018, um estudo piloto mostrou que mais de 50% da população mundial humana já podia ter em suas fezes até 9 tipos de microplásticos, sendo que o Polipropileno e o Polietileno tereftalato (PET) foram encontrados em 100% das amostras. Em média, foram encontradas 20 partículas de microplástico por 10 gramas de fezes.¹⁰³³ Do trato gastrointestinal, essas partículas são transportadas para a corrente sanguínea e para os vasos linfáticos dos peixes e de vários mamíferos, entre os quais os humanos, causando bioacumulação, estresse hepático, imunorreações locais ou servindo de vetor para outras substâncias químicas. Um estudo de 2019 sobre a ingestão potencial de plástico pelos humanos através da água e da alimentação mais comum nos EUA estima que o consumo anual per capita de microplásticos nesse país gira em torno de 39 mil a 52 mil partículas, dependendo da idade

e do sexo. Esse número aumenta para 74 mil a 121 mil quando se acrescenta a ingestão de partículas de microplásticos por inalação. Os que se servem exclusivamente de garrafas de plástico para o consumo diário recomendado de água podem ingerir 90 mil partículas adicionais, comparadas com 4 mil partículas para os que usam água de torneira. Os autores sublinham que todos esses números podem estar muito subestimados.¹⁰³⁴ No que se refere ao lixo eletrônico, baste um único exemplo: o ciclo de vida de um telefone celular, da extração dos elementos que o compõem ao seu descarte final. Antes de mais nada, mais de 60% da energia requerida para a sua fabricação foi dispendida apenas na fase da mineração.¹⁰³⁵ Segundo Kyle Wiens, da iFixit, cada smartphone requer “mais de 250 quilos (500 libras) de material bruto para fabricar um smartphone”.¹⁰³⁶ Há outras avaliações, baseadas em outros critérios. Nenhuma delas avalia em menos de 50 quilos o material bruto (sem contar o consumo de água) usado para se produzir um objeto de cerca de 200 gramas. Além disso, em cada telefone celular existem ao menos 30 elementos da Tabela Periódica dos Elementos. Seu descarte e, sobretudo, sua incineração liberam nos depósitos de lixo, nos lençóis freáticos e na atmosfera partículas de lítio (Li), ítrio (Y), chumbo (Pb), zinco (Zn), antimônio (Sb), tantálio (Ta), cobalto (Co), berílio (Be), níquel (Ni), arsênio (As), titânio (Ti) e outras substâncias tóxicas, inclusive as contidas em seus componentes de plástico.¹⁰³⁷

Um lugar especial no âmbito da poluição “moderna” deve ser reservado ao envenenamento por um produto cuja finalidade é justamente envenenar: os agrotóxicos. O aumento de seu uso e seus impactos sobre a biosfera em geral já foram brevemente abordados no capítulo 1 (seção 1.8). Mas os riscos, as mortes e o sofrimento que os agrotóxicos causam especificamente aos humanos não são menores. Esses impactos se fazem sentir obviamente mais sobre os trabalhadores agrícolas, mas eles não poupam as gestantes, os nascituros e as crianças em geral. A OMS reporta a contaminação do leite materno por 22 pesticidas e substâncias químicas em mais de 70 países, incluindo os EUA, 15 países europeus, Brasil, China, Rússia, Índia, Austrália e numerosos outros países asiáticos e africanos.¹⁰³⁸ Em 2020, os resultados de uma revisão sistemática em 141 países sobre os impactos letais e subletais dos agrotóxicos sobre os humanos em geral concluiu que:¹⁰³⁹

“Aproximadamente 740.000 casos anuais de envenenamento agudo não intencional por pesticidas foram relatados pelas publicações compulsadas, resultando em 7.446 mortes e 733.921 casos não fatais. Com base nisso, estimamos que cerca de 385 milhões de casos de envenenamento agudo não intencional por pesticidas ocorram anualmente em todo o mundo, incluindo cerca de 11.000 mortes. Com base em uma população agrícola mundial de aproximadamente 860 milhões, isso significa que cerca de 44% dos agricultores são envenenados por pesticidas todos os anos”.

A base de dados sobre doenças induzidas por pesticidas (*Pesticide-Induced Diseases Database*) reúne muito da crescente literatura científica a respeito. Sua página de apresentação elenca as doenças associadas à exposição dos organismos humanos a esses agrotóxicos:¹⁰⁴⁰

“Asma, autismo e dificuldades de aprendizagem, defeitos congênitos e disfunção reprodutiva, diabetes, doenças de Parkinson e Alzheimer e vários tipos de câncer. Sua conexão [dessas doenças] com a exposição a pesticidas continua a se fortalecer, apesar dos esforços para restringir a exposição individual a produtos químicos ou mitigar riscos químicos, usando uma política baseada em avaliação de risco”.

Mesmo nos casos em que ainda não se demonstrou de modo irretorquível uma relação direta de causa a efeito entre a exposição a agrotóxicos e algumas dessas doenças em humanos e não humanos, o simples princípio de precaução deveria bastar para a descontinuação desses produtos. Mas o controle e a capacidade de corrupção das megacorporações sobre o sistema político, inclusive sobre instituições científicas credenciadas pelos governos, impedem essa descontinuação. Tudo o que alguns governantes da Europa fazem, e ainda assim timidamente,

é limitar ou proibir o uso dos agrotóxicos em seus territórios, mas não sua exportação para fora da Europa, inclusive para os EUA, mas sobretudo para o Sul global, onde o agronegócio domina ilimitadamente o sistema político. Em 2017, o trabalho de Larissa Mies Bombardi sobre o uso comparativo de agrotóxicos no Brasil e na União Europeia mostrou de modo pormenorizado o abismo que separa a legislação europeia da brasileira.¹⁰⁴¹ Em 2020, André Cabette Fábio, Hélen Freitas e Ana Aranha acrescentaram mais dados ao dossiê de evidências sobre a imoralidade, a inescrupulosidade e a cumplicidade criminosa entre as megacorporações da agroquímica e o agronegócio brasileiro em sua guerra contra a vida e a saúde dos organismos.¹⁰⁴² Em 2018, fabricantes europeus de agrotóxicos obtiveram licença de exportação de 81 mil toneladas (t.) de produtos de uso proibido na Europa para 85 países fora do continente, sendo os principais importadores os EUA (25.998 t.), Brasil (10.080 t.), Japão (6.707 t.), Ucrânia (6.003 t.) e México (3.713).¹⁰⁴³ O paraquate (Gramoxone), um herbicida de altíssima letalidade, proibido na Europa desde 2007 por aumentar o risco da doença de Parkinson, é produzido pela ChemChina-Syngenta no Reino Unido. Em 2018, ele representou 40% (32.000 t.) do total das licenças de exportação da União Europeia de agrotóxicos proibidos e foi também o mais exportado para o Brasil, que dele consumiu 9 mil toneladas apenas nesse ano. Em 2020, a Anvisa proibiu, enfim, seu uso no Brasil, apesar da oposição da Frente Parlamentar da Agropecuária.¹⁰⁴⁴ Isso posto, a Bayer continua exportando livremente para o Brasil agrotóxicos de uso proibido na Europa, como o Etoxisulforom, Ciflutrina e Tiodicarbe.

É cada vez mais indubitável o impacto dos agrotóxicos e demais fatores de intoxicação ambiental sobre a crescente incidência de câncer em humanos. A mensagem do relatório da OMS de 2020 sobre o câncer não poderia ser mais clara: os casos de câncer estão aumentando, com 1 em 6 mortes causadas hoje por câncer. Em 2008, foram reportados 12,6 milhões de casos de câncer. Em 2018, esse número subiu para 18,1 milhões de pessoas, um aumento de cerca de 44% em apenas um decênio, com 9,6 milhões de mortes. O câncer foi em 2018 a causa de 30% de todas as mortes prematuras por doenças não contagiosas entre 30 e 69 anos. Em 2040, a OMS estima que 29,4 milhões de pessoas serão acometidas por alguma forma de câncer.¹⁰⁴⁵ Uma pesquisa realizada na China estima que cerca de 40% dos fatores de risco para o câncer são atribuídos a condições ambientais e a estilos de vida que poderiam ser evitados na China e nos países desenvolvidos.¹⁰⁴⁶ Não por acaso, os órgãos mais afetados por câncer são o pulmão e o trato digestório, justamente as vias de inalação e ingestão das toxinas. E não por acaso, também, o câncer nesses órgãos representa a primeira e a terceira causa de morte por essa doença:¹⁰⁴⁷

“O câncer mais frequentemente diagnosticado é o câncer de pulmão (11,6% de todos os casos), seguido por câncer de mama feminino (11,6%) e câncer colorretal (10,2%). O câncer de pulmão é a principal causa de morte por câncer (18,4% de todas as mortes), seguido por câncer colorretal (9,2%) e câncer de estômago (8,2%)”.

Segundo a American Association for Cancer Research (AACR), a poluição do ar pode ser associada a muitos tipos de câncer: “Não surpreende que a poluição do ar seja associada ao câncer do pulmão. Um novo estudo sugere que a poluição está também associada ao aumento de risco de mortalidade por numerosos outros tipos de câncer, incluindo câncer de mama, de fígado e do pâncreas”.¹⁰⁴⁸ Esse novo estudo, publicado em 2016, envolveu mais de 66 mil pessoas de Hong Kong, com 65 anos ou mais, seguidas entre 1998 e 2011.¹⁰⁴⁹ Ele mostra, segundo o AACR, o aumento do risco de câncer à exposição de material particulado com diâmetro de até 2,5 microgramas (*Particulate Material* ou PM_{2,5}):¹⁰⁵⁰

“Para cada 10 microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de exposição aumentada ao PM_{2,5}, o risco de morrer por qualquer câncer aumentou 22%. Para cânceres do trato digestório superior, o risco de mortalidade foi 42% maior. Para cânceres dos órgãos digestórios acessórios, que incluem fígado, dutos biliares, vesícula biliar e pâncreas, o risco de mortalidade foi 35% maior. Para o câncer de mama, o risco de mortalidade foi 80% maior. E para o câncer de pulmão, o risco de mortalidade foi 36% maior. Todos os valores são por exposição aumentada de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a PM_{2,5}.”

Esse estudo acompanha os resultados de um estudo da Agência Internacional para a Pesquisa sobre Câncer (IARC 2013), igualmente focada no impacto da exposição dos organismos a material particulado mais fino (PM_{2,5}):¹⁰⁵¹

“As características químicas e físicas precisas da poluição do ar ambiente, que compreendem uma miríade de constituintes químicos individuais, variam ao redor do mundo devido a diferenças nas fontes de poluição, clima e meteorologia, mas as misturas de poluição do ar ambiente invariavelmente contêm produtos químicos conhecidos por serem cancerígenos para os seres humanos. Estimativas recentes sugerem que a carga de doenças devido à poluição do ar é substancial. Estima-se recentemente que a exposição a partículas finas ambientais (PM_{2,5}) contribuiu com 3,2 milhões de mortes prematuras em todo o mundo em 2010.”

Desde 2013, o material particulado fino PM_{2,5} foi classificado como Grupo I carcinogênico, provocando câncer do pulmão em humanos, pelo IARC. Em Taiwan, a crescente incidência de câncer no pulmão é a principal causa de mortes por câncer entre mulheres e a segunda entre homens. Trata-se de algo particularmente relevante porque o tabagismo, outra possibilidade de câncer no pulmão, é pouco praticado nessa população e tanto menos por mulheres. Uma pesquisa realizada em 66 municipalidades nessa ilha demonstrou uma inequívoca associação entre exposição crônica a altos níveis de PM_{2,5} e a crescente probabilidade de morte atribuída a câncer do pulmão tanto em homens quanto em mulheres.¹⁰⁵² Na realidade, a exposição a altos níveis de PM_{2,5} não é apenas uma causa relevante de câncer, pois ela pode lesionar todo e qualquer órgão e cada tecido celular do corpo humano, como alertam dois trabalhos publicados por Dean Schraufnager e colegas em 2018.¹⁰⁵³

“A poluição do ar pode ser o maior risco ambiental para a saúde no mundo. De acordo com as estimativas do Global Burden of Disease, um componente da poluição ambiental (ou do ar externo), material particulado fino ou material particulado com diâmetro aerodinâmico < 2,5 µm (PM_{2,5}), é o quinto principal fator de risco de morte no mundo, responsável por 4,2 milhões de mortes (7,6% do total de mortes globais) e > 103 milhões de anos de vida perdidos por incapacidade em 2015”.

Segundo o mesmo trabalho, exposição a altos níveis de material particulado PM_{2,5} pode ser responsável por 19% das mortes cardiovasculares e por 21% por acidente vascular cerebral. Ela tem sido associada ao câncer da bexiga e à leucemia infantil, a prejuízos no desenvolvimento pulmonar na infância, fator preditor de comprometimento pulmonar em adultos. A poluição do ar está associada, sobretudo através de inflamação sistêmica, a prejuízos cognitivos, ao aumento de risco de demência, ao atraso no desenvolvimento psicomotor e a menor inteligência infantil. Estudos relacionam a poluição do ar com a prevalência e mortalidade por diabetes mellitus. Essa poluição afeta também o sistema imunológico e está associada à rinite alérgica, sensibilização alérgica e autoimunidade. Está associada ainda a osteoporose e fraturas ósseas, conjuntivite, doença do olho seco, blefarite, doença inflamatória intestinal e a aumento da coagulação intravascular. Segundo Dean Schraufnager, principal autor desses dois trabalhos, “Não me surpreenderei se quase todos os órgãos forem afetados. Se algo está faltando [nessa revisão], é porque, provavelmente, não houve ainda pesquisa a respeito”.¹⁰⁵⁴

Muito se poderia ainda afirmar sobre estes e outros danos e mortes causados pela poluição industrial. Ela tem sido associada, por exemplo, à reversão do efeito Flynn, vale dizer a uma regressão do QI médio em países onde há maior disponibilidade de dados.¹⁰⁵⁵ Ela é apontada como a causa maior do aumento avassalador das diversas modalidades do espectro do autismo infantil, sobretudo em meninos, bem como a outras perturbações do desenvolvimento neuronal. A literatura a respeito é inequívoca e já em 2012 Philip Landrigan, Luca Lambertini e Linda Birnbaum escreviam no Editorial da revista *Environmental Health Perspectives*:¹⁰⁵⁶

“Autismo, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), retardamento mental, dislexia e outras desordens do cérebro de base biológica afetam entre 400 mil e 600 mil das 4 milhões de crianças nascidas nos EUA a cada ano. Os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) reportaram que desordens do espectro autista afetam agora 1,13% (1 em 88) (CDC 2012) e TDAH, 14% das crianças dos EUA. (...) Estudos prospectivos (...) associaram comportamentos autistas com exposições pré-natais a inseticidas organofosforados clorpirifós e também com exposições pré-natais a ftalatos. Estudos prospectivos adicionais associaram perda de inteligência (QI), dislexia e TDAH a chumbo, metilmercúrio, inseticidas organoclorados, bifenilos policlorados, arsênio, manganês, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bisfenol-A, retardantes de chamas brominados e compostos perfluorados. Substâncias químicas tóxicas causam provavelmente lesões no desenvolvimento do cérebro humano através de toxicidade direta ou de interações com o genoma”.

Em 2019, Ondine von Ehrenstein e colegas confirmaram mais uma vez essas descobertas, identificando mais uma vez a responsabilidade específica dos agrotóxicos:¹⁰⁵⁷

“Exposição infantil ou pré-natal a pesticidas selecionados a priori – incluindo glifosato, clorpirifós, diazina e permetrina – foram associados a uma maior probabilidade de desenvolver desordens do espectro autista. Deve-se evitar a exposição de mulheres grávidas e de crianças a ambientes com pesticidas como uma medida preventiva contra desordens do espectro autista”.

Nenhuma ameaça da poluição merece mais o adjetivo existencial do que a que se exerce sobre as condições de reprodutibilidade da espécie humana. O aumento dos perturbadores endócrinos é, sabidamente, uma das causas do declínio dos níveis de testosterona, bem como do número de espermatozoides, de sua motilidade e de sua eficiência morfológica. A humanidade está hoje confrontada, em suma, a um declínio persistente da fertilidade masculina, muito pronunciado nos países ocidentais e na China.¹⁰⁵⁸ O livro de Shanna Swan (2020) propõe uma síntese das pesquisas na área da reprodução humana, confirmando mais uma vez uma tendência surgida talvez já nos anos 1970 e que hoje não se restringe apenas aos países setentrionais e nem apenas à fertilidade masculina. Em meio a tantas incertezas, Swan escreve:¹⁰⁵⁹

“Isso está claro: o problema não está em algo inerentemente errado com o corpo humano à medida que evoluiu ao longo do tempo; o problema é que os produtos químicos em nosso ambiente e as práticas de estilo de vida pouco saudáveis em nosso mundo moderno estão perturbando nosso equilíbrio hormonal, causando vários graus de danos reprodutivos que podem frustrar a fertilidade e levar a problemas de saúde a longo prazo, mesmo após os anos reprodutivos. Efeitos semelhantes estão ocorrendo em outras espécies, somando-se a um choque reprodutivo generalizado. (...) Não é apenas que a contagem de esperma caiu em 50% nos últimos quarenta anos; é também que essa taxa alarmante de declínio pode significar que a raça humana será incapaz de se reproduzir se essa tendência continuar”.

8.5 Poluição: a ultrapassagem do quinto dos nove limites planetários

Há mais de dez anos, o Stockholm Resilience Centre propôs mensurar o avanço perigoso da interferência antrópica no sistema Terra a partir da identificação de 9 limites planetários (*planetary boundaries*), cuja ultrapassagem colocaria o sistema Terra fora das condições seguras, para a humanidade e para outras espécies, em que esse sistema operou ao longo do Holoceno (11.700 anos AP – 1950). O conceito de limite planetário é bem conhecido¹⁰⁶⁰ e já foi reiterado no capítulo 1 (seção 1.1 Extinções e contrações populacionais de espécies). Ainda assim, convém reportá-lo aqui mais uma vez: “O conceito de limite planetário, introduzido em 2009, tem por objetivo definir os limites ambientais no interior dos quais a humanidade pode operar de modo seguro”.¹⁰⁶¹ Essa abordagem teve-se deliberadamente às perturbações produzidas pelo homem em sua relação com o sistema Terra, não incluindo, portanto, os

diversos níveis de desigualdade social (relações sociais).¹⁰⁶² Esse conceito de limite planetário ganhou então um diagrama que, embora hoje icônico, convém reproduzir mais uma vez na Figura 8.10:

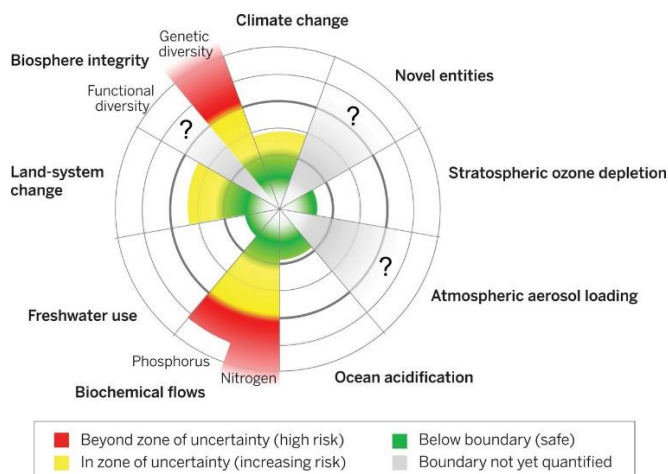


Figura 8.10 - Os nove limites planetários propostos pelo Stockholm Resilience Centre em 2009 e 2015, quatro dos quais já ultrapassados.

Observação: 4 vetores de interferência antrópica no sistema Terra situados na zona de risco crescente e de alto risco: (1) fluxos bioquímicos de fósforo e nitrogênio, decorrentes do uso insustentável de fertilizantes industriais (alto risco); (2) integridade da biosfera, em especial no que se refere à diversidade genética das espécies (alto risco); (3) mudança no uso do solo, causada pelo desmatamento, degradação florestal, degradação de outros biomas e dos próprios solos (risco crescente) e (4) as mudanças climáticas (risco crescente). Três desses vetores de interferência antrópica foram considerados não ainda suficientemente quantificados (designados por signo “?”).

Fonte: Will Steffen *et al.*, “Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet”. *Science*, 347, 6223, 13/II/2015; Johan Rockström *et al.*, “A safe operating space for humanity”. *Nature*, 461, 24/IX/2009, pp. 472-475 <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259855>>.

Os cinco círculos concêntricos propostos na Figura 8.10 delimitam três zonas:

- a zona segura, prevalecte no Holoceno (primeiro círculo)
- a zona de incerteza ou de risco crescente (2º e 3º círculos)
- a zona além da incerteza, i.e., de alto risco (4º e 5º círculos)

No âmbito dos 9 limites planetários, identificaram-se em 2015 4 vetores de interferência antrópica no sistema Terra situados na zona de risco crescente e de alto risco: (1) os fluxos bioquímicos de fósforo e nitrogênio, decorrentes do uso insustentável de fertilizantes industriais; (2) a integridade da biosfera, em especial no que se refere à diversidade genética das espécies; (3) a mudança no uso do solo, causada por desmatamento, degradação florestal, degradação de outros biomas e dos próprios solos e (4) as mudanças climáticas. Três desses vetores de interferência antrópica foram considerados não ainda suficientemente quantificados, como mostram os 3 pontos de interrogação.

A dificuldade de compreender os riscos planetários reais da poluição industrial explica por que o limite planetário designado pelo termo “novas entidades” (*novel entities*) tenha permanecido não mensurado nas análises do Stockholm Resilience Centre. Em 2022, contudo, esse novo limite – o quinto entre os nove – foi considerado excedido por Linn Persson e colegas, *justamente* por causa da incapacidade humana de avaliação e de monitoramento de sua escala e da velocidade de seu aumento. Revisando a literatura científica a respeito, Persson e colegas afirmam:¹⁰⁶³

“Concluimos que a humanidade está atualmente operando fora do limite planetário com base no peso da evidência de várias dessas variáveis de controle. A crescente taxa de produção e descarte de volumes maiores e de um número maior de novas entidades com diversos potenciais

de risco excedem a capacidade das sociedades de realizar avaliações e monitoramento relacionados à sua segurança. Recomendamos tomar medidas urgentes para reduzir os danos associados à ultrapassagem desse limite, reduzindo a produção e o descarte de novas entidades, observando que, mesmo nesse caso, a persistência de muitas novas entidades e/ou de seus efeitos continuarão a representar uma ameaça”.

Na definição de Will Steffen e colegas, retomada por Linn Persson e coautores desse trabalho, novas entidades são: “novas substâncias, novas formas de substâncias existentes e formas de vida modificadas”. Elas incluem: “produtos químicos e outros novos tipos de materiais ou organismos obtidos por engenharia e não conhecidos anteriormente no sistema Terra, bem como elementos naturais (por exemplo, metais pesados) mobilizados por atividades antropogênicas”.¹⁰⁶⁴ Novas entidades referem-se, em suma, a substâncias ou compostos adventícios na história e na estrutura geológica e biológica do planeta, ou seja, produtos fabricados principalmente através de manipulação bioquímica e cuja escala pode ameaçar o funcionamento dos processos no sistema Terra, incluindo o funcionamento dos organismos. Trata-se aqui, antes de mais nada, do potencial tóxico dessa nova massa antropogênica, mas seus perigos vão além de sua toxicidade, pois interferem no próprio modo de funcionamento do sistema Terra e de seus elementos, dimensões situadas não apenas além da nossa capacidade de avaliação, mas além de nosso conhecimento de sua própria existência (os famosos *unknown unknowns*, ou seja, os efeitos desconhecidos do que é desconhecido).

8.6 Conclusão

O cerco à vida humana e à de outros animais se fecha cada vez mais, de modo que a questão que se impõe hoje reforça mais uma vez a percepção de que as sociedades estão adentrando uma zona de risco extremo: que civilização pode, com efeito, se adaptar aos impactos crescentes da emergência climática, da aniquilação biológica, da desigualdade e da poluição industrial?

E, no entanto, por imensas que sejam, essas regressões em curso, com suas perspectivas sombrias, não constituem (ainda) o problema maior. O problema maior é a dificuldade de mudar. Essa dificuldade radica em dois problemas estruturais da governança mundial. O primeiro é o fato de que os pouco mais de dois mil bilionários do planeta detectados pela Oxfam, pelo Crédit Suisse Research Institute e por outras instituições controlam as decisões de investimento nos sistemas energético, alimentar e químico-industrial, que alteram perigosamente as coordenadas ambientais do planeta e intoxicam os organismos. Esses donos do mundo aceleram as crises e impõem, pela força ou por narrativas fictícias de “sustentabilidade”, a continuidade da trajetória em curso. Eles comandam a regressão social, o empobrecimento da grande maioria e a ruína dos alicerces da vida no planeta.

O segundo problema central é o fato de que o ordenamento jurídico internacional repousa sobre o axioma de que as decisões últimas e irrevogáveis sobre os destinos do sistema Terra e, especificamente, da humanidade repousam sobre os Estados nacionais, considerados de fato e de direito como as unidades últimas de onde podem e devem emanar as tomadas de decisão estratégicas. Enquanto essas decisões dependerem do axioma da soberania absoluta dos Estados nacionais não haverá como mudar, ao menos com a radicalidade e velocidade necessárias, a trajetória atual de colapso socioambiental. É sobre esta questão premente e crucial que devemos agora nos debruçar.

9. Superar o axioma da soberania nacional absoluta

“Democracia e multilateralismo estão em recesso, minando o compromisso necessário para que se progrida em direção aos objetivos de sustentabilidade”.

Editorial da revista *Nature*,

21/XII/2021.¹⁰⁶⁵

Desde o advento do Fórum Social Mundial e, em geral, do altermundialismo, na virada do século, multiplicaram-se os movimentos sociais impregnados de um novo internacionalismo socioambiental. Como adiantado na Introdução (seção 5. Um abismo separa o capitalismo das políticas de sobrevivência), essas iniciativas convergentes e de resistência têm envolvido os setores mais diversos das sociedades: as populações originárias das Américas, os movimentos de trabalhadores sem terra, sem teto e das periferias das grandes cidades, os pequenos e médios agricultores da agroecologia, os veganos e vegetarianos, as feministas e os que lutam pelos direitos humanos e das outras espécies, os que se insurgem contra o patriarcalismo, o racismo e a homofobia, enfim, os jovens pelo clima, pela justiça climática e pelos direitos da natureza. Os sindicatos e os trabalhadores organizados têm se envolvido crescentemente nesse processo, ainda que de modo menos resolutivo no que se refere às pautas ambientais, posto não terem estas uma longa tradição em suas agendas. Nesse contexto, sobressai a contribuição imensa de setores da Igreja católica, inspirados pela Encíclica *Laudato Si'* e pela ideia de ecologia integral, sob a liderança do Papa Francisco. Enfim, também intelectuais e artistas têm se mobilizado politicamente nesse concerto de esforços. As Universidades vêm demonstrando um envolvimento crescente, embora ainda hesitante, na defesa das políticas de sobrevivência, o que será discutido no próximo capítulo. Há, de qualquer modo, em todo esse amplo espectro de movimentos sociais um ideal comum de luta pela vida e uma clara consciência de que essa luta tem de se tornar sempre mais a expressão de um movimento democrático global de superação do sistema socioeconômico e político vigente.

Isso posto, se esses movimentos refletem hoje uma consciência crescente, muito mais profunda e espraiada do que há uma geração atrás, se reverberam mais, e mais positivamente, nas sociedades em que atuam, é preciso admitir que são, em seu conjunto, ainda muito incipientes frente aos desafios que nos defrontam. É infelizmente ainda muito limitada sua capacidade de pressionar os poderes políticos nacionais e as débeis estruturas institucionais internacionais, no sentido de políticas globais efetivas contra as principais zonas de risco à humanidade e à vida no planeta: a emergência climática, a devastação ambiental, a poluição, a desigualdades e as guerras. Como tudo o mais na história das sociedades, não se pode prever o ritmo de crescimento desses movimentos populares e é preciso aliar esperança e muito trabalho de informação e organização para aumentar a probabilidade de um seu crescimento exponencial ao longo desta década.

De seu lado, impermeáveis às pressões democráticas, as tentativas das elites políticas e corporativas de governança intergovernamental, encetadas desde ao menos os anos 1970, têm se caracterizado pelo fracasso. Não há como relativizá-lo, pois aqui a linha divisória entre sucesso e malogro é nítida. Fracasso ocorre, por definição, quando não se avança na direção da meta almejada. E nas zonas de risco acima nomeadas constatam-se, como visto nos capítulos anteriores, regressões dramáticas. A mesma regressão se constata no que se refere ao risco de tensões geopolíticas e de guerras. É passada a hora de admitir que fracasso é a única palavra que caracteriza a trajetória de governabilidade socioambiental e política do planeta nos últimos

cinquenta anos. Pode-se argumentar, é claro, que a regressão da paz e da habitabilidade planetária teria sido provavelmente ainda maior na ausência dos esforços políticos e diplomáticos envidados. É fato. Tudo sempre pode ser ainda pior. Truísmos dessa natureza não tornam, contudo, menos verdadeiro o fato de que o balanço final dos retrocessos é irretorquivelmente desastroso.

A razão fundamental desse fracasso tem a evidência do mastodonte na sala: designar o que temos hoje pelo termo “governança global” é uma fantasia autocongratatória do jargão diplomático. Como afirma um editorial do jornal *Le Monde* de maio de 2021, protestando contra o enésimo massacre de palestinos pelas forças armadas de Israel: “não há ‘comunidade internacional’, mas um mundo explodido, concorrencial, atormentado, sem potência hegemônica. A Covid-19 acelerou a desintegração dos quadros multilaterais clássicos”.¹⁰⁶⁶ A guerra da Ucrânia é o ponto de desague desse processo de desintegração do multilateralismo. Mesmo que seja contida – e nada em maio de 2022 autoriza a esperança de paz –, os riscos de novos conflitos e de seu transbordamento num mundo cada vez mais armado são cada vez maiores, com consequências potencialmente terminais para a vida multicelular no planeta. A guerra é, por certo, o aspecto mais evidente da ausência de uma governança global, mas essa evidência se estende a todas as esferas das crises socioambientais.

9.1 A tese central deste capítulo

Os 21 anos transcorridos entre os ataques às torres gêmeas de Nova York e a invasão da Ucrânia – passando pelas guerras do Iraque, Afeganistão, Síria, Iêmen, pelo Brexit e pela pandemia da Covid-19 – são marcados por uma regressão em todas as frentes na governança global. Essa regressão não deve surpreender. Ela resulta da contradição sempre mais aguda entre o caráter eminentemente global dos problemas maiores que nos confrontam e o fato de que a ordem internacional vigente é regida, hoje mais que nunca, pelo axioma da soberania nacional absoluta. Por definição, um axioma é um *a priori* não demonstrado sobre o qual se assenta o edifício de um consenso. Esse consenso congrega hoje direita e extrema-direita, mas também ainda parcelas expressivas da esquerda. Sob o pretexto do chamado direito à autodeterminação dos povos, válido em todo processo histórico de descolonização, ele postula que apenas os Estados-nação têm o direito de governar os territórios sob sua jurisdição. Toda tentativa de limitar esse direito é vista como uma ingerência indevida e injustificável. O atual arcabouço jurídico-institucional da governança permanece prisioneiro de um *a priori* jurídico que erige o Estado nacional em sujeito de direito e considera sua própria “segurança” a razão última de seu crescente militarismo. Torna-o, assim, a esfera irredutível da qual emanam decisões incontestadas, mesmo quando nocivas à humanidade (e, portanto, em última instância à sua própria população) e às demais formas de vida em nosso planeta.

Hoje, é preciso contestar esse *a priori* jurídico. A soberania nacional absoluta nada tem de um princípio apriorístico, posto ser apenas o legado histórico da Paz de Westphalia, de 1648, que assentou o princípio da soberania exclusiva dos Estados nacionais sobre seus territórios. Os dois tratados de 1713, conhecidos como a Paz de Utrecht, assinalam a emergência da hegemonia anglo-saxã no hemisfério ocidental e a matriz do que viria a ser, a partir do século XIX, a idade dos imperialismos. A realidade global de nossos dias não pode continuar a sofrer as consequências de realidades completamente diversas, herdadas da Europa dos séculos XVII e XVIII. Em outras palavras, as condições de habitabilidade do planeta, os valores e bens comuns da humanidade e de outras espécies não podem mais se submeter ao direito absoluto do Estado-nação, em detrimento do universal. Ao se fundar no particular, o direito universal funda-se na negação de si próprio. A contradição é aberrante e suas consequências constituem, na situação

atual de tensões geopolíticas, de emergência climática e outras emergências, uma ameaça existencial.

Nossa tese enuncia-se, portanto, sem dar margem a qualquer ambiguidade: se quiser sobreviver, a civilização humana, em suas mais diversas acepções, precisa substituir o axioma da soberania nacional absoluta por um novo princípio: o da soberania nacional relativa. Esse princípio alicerça-se em dois pontos básicos: (1) o reconhecimento jurídico da autonomia de diversas comunidades no âmbito de Estados plurinacionais, nos quais os povos autóctones das Américas, e de outros continentes, submetidos desde os séculos XV e XVI a recorrentes genocídios de parte de civilizações materialmente mais poderosas (veja-se capítulo 3, seção 3.1 As civilizações da floresta sob ataque), poderão definir livremente seu destino e suas formas de organização social; (2) o reconhecimento da superioridade do poder da comunidade internacional sobre os Estados nacionais e plurinacionais, sempre que houver ameaça aos equilíbrios naturais planetários.

O princípio da soberania nacional relativa é apenas uma extensão do conceito de sustentabilidade proposto desde 1987 por Gro Harlem Brundtland¹⁰⁶⁷ e pode ser assim formulado: as nações e suas comunidades autônomas têm o direito e o dever de gerir os recursos disponíveis em seus territórios *se, e somente se*, essa gestão não comprometer os direitos humanos e os equilíbrios naturais, conciliando, assim, o presente e o futuro da espécie humana e de outras espécies. Esse novo direito implica a construção impreterível de políticas globais democráticas e mandatórias, as únicas capazes de conter os processos em curso de degradação socioambiental. É preciso reiterar o óbvio: as ameaças globais que agem em sinergia e se adensam sobre a humanidade e, em geral, sobre a biosfera demandam respostas compatíveis com sua natureza global. Só podem, portanto, ser efetivamente confrontadas por legislação e cooperação transnacional, globalmente coordenadas por processos democráticos de tomadas de decisão, enraizados nos territórios.

9.2 A guerra está inscrita no axioma da soberania nacional absoluta

A relação entre as perturbações das coordenadas ambientais do planeta e as guerras é direta, pois da guerra contra a natureza decorrerá cada vez mais a guerra entre os homens. Como bem adverte Jean Jouzel, ex-vice-presidente do IPCC: “Penso que não poderemos nos adaptar a um aquecimento de 3°C e que viveremos conflitos maiores”.¹⁰⁶⁸ Sem dúvida. Mas, com toda a probabilidade, a questão é ainda mais grave e, sobretudo, mais premente. É provável que, mantido o axioma do unilateralismo nacional, a guerra tome definitivamente o lugar da diplomacia bem antes de que o aquecimento médio global atinja 2°C acima do período pré-industrial.

O atual unilateralismo nacional foi cruamente reafirmado no discurso de Barack Obama, quando da recepção do Prêmio Nobel da Paz em dezembro de 2009: “Eu – como qualquer outro chefe de Estado – reservo-me o direito de agir unilateralmente, se necessário, para defender minha nação”.¹⁰⁶⁹ Em seu discurso sobre a paz universal, Obama sufragava assim, paradoxalmente, o princípio de que uma nação tem o direito de deflagar uma guerra “defensiva” ou “preventiva”, em outras palavras, o direito de “atacar para se defender”. De fato, já em fevereiro de 2009, talvez baseado nesse princípio, Obama havia aumentado os efetivos militares dos EUA no Afeganistão para 68 mil soldados, enviando três meses depois ainda mais 40 mil, num total de mais de 100 mil soldados durante 18 meses. Na realidade, entre George W. Bush e Barack Obama, isto é, desde 2001, “mais de 775.000 soldados dos EUA foram enviados ao Afeganistão. Desses, 2.300 morreram lá e 21 mil voltaram para casa feridos”.¹⁰⁷⁰ Segundo o Uppsala Conflict Data Program (UCDP), entre 1989 (as tropas invasoras da ex-URSS no Afeganistão se retiraram

vencidas em 1988) e 2020, a guerra no Afeganistão matou mais de 278 mil pessoas, sendo o mais sangrento conflito mundial entre 2018 e 2020.¹⁰⁷¹

Para nos ater apenas aos últimos 50 anos, o direito nacional ao uso da força foi evocado em praticamente todas as guerras de maior envergadura nesse período, em geral para justificar o controle de potências imperialistas sobre territórios considerados geopoliticamente sensíveis e sobre recursos naturais, em especial energéticos: a invasão do Afeganistão em 1979 pela ex-URSS, a longa guerra entre o Iraque e o Irã (1980-1988), a invasão do Kuwait pelo Iraque (1990), a Guerra do Golfo (1991), a invasão do Afeganistão (2001) e do Iraque (2003) pelos EUA e aliados, a guerra entre Líbano e Israel (2006), o bombardeio brutal da Líbia em 2011 também pelos EUA e aliados (a pretexto de uma decisão do Conselho de Segurança da ONU restrito à exclusão do espaço aéreo pelas forças armadas da Líbia), as guerras em curso na Síria e no Iêmen, enfim, a invasão da Geórgia (2008) e da Ucrânia (2022) pela Rússia. Na grande maioria dessas guerras, aí incluídas obviamente as guerras “santas”, movidas pelo Talibã e pelo chamado “Estado Islâmico”, as potências ocidentais e a Rússia (ou a ex-URSS) estão ou estiveram, de um modo ou de outro, envolvidas. Essas potências as travam diretamente, isto é, com suas próprias tropas, bombardeiros e drones, ou “por procuração” (*proxy wars*), vale dizer, fornecendo aos contendentes, armas, tecnologia militar e apoio político-diplomático. Desde 2014, a guerra civil no Iêmen, uma típica *proxy war* travada entre, de um lado, a Arábia Saudita, os EUA, a França e o Reino Unido e, de outro, o Irã, é uma das mais cruéis em termos de vítimas civis. Segundo a UCDP, a guerra já matou diretamente, isto é, sobretudo por bombardeios sauditas, mais de 32 mil civis, numa estimativa muito conservadora. Indiretamente, por doenças e fome, centenas de milhares de civis já pereceram, sendo que a crise aguda de alimentos pode causar a maior mortandade por fome dos últimos 100 anos. Isso, em meio à mais total indiferença da imprensa e da opinião pública ocidental. Lise Grande, nomeada pelo ONU Humanitarian Coordinator no Iêmen, declarou a respeito em 2018:¹⁰⁷²

“Penso que muitos de nós sentíamos, ao entrar no século XXI, que era impensável ver uma fome como a que vimos na Etiópia, em Bengala, em partes da União Soviética; isso era simplesmente inaceitável. Muitos de nós tínhamos confiança de que isso nunca aconteceria novamente e, no entanto, a realidade é que no Iêmen é exatamente isso que estamos vendo. Prevemos que podemos ter 12 a 13 milhões de civis inocentes correndo o risco de morrer por falta de comida”.

Quatro anos depois, a predição de Lise Grande está em vias de se realizar. Segundo o que a ONU reportava em março de 2022, “hoje, mais de 17,4 milhões de iemenitas [em um país de 30 milhões de pessoas] sofrem de insegurança alimentar. Outros 1,6 milhão de pessoas devem cair em níveis emergenciais de fome nos próximos meses, levando o total de pessoas com necessidades emergenciais para 7,3 milhões até o fim do ano”.¹⁰⁷³

Na Síria, outro caso modelar, a paz afigurou-se impossível para os quatro Enviados Especiais do Secretário-Geral da ONU para a Síria. O título da análise de Paulo Sérgio Pinheiro, presidente da Comissão Independente Internacional de Investigação sobre a República Árabe Síria, do Conselho de Direitos Humanos da ONU, dá o diapasão dessa cacofonia de horrores: “Dez anos de guerra na Síria: ninguém tem as mãos limpas”.¹⁰⁷⁴ Não se trata de resumir os crimes aqui cometidos por todos, de resto, bem conhecidos. Basta lembrar o saldo provisório do desastre: cerca de 12 milhões de pessoas (mais da metade da população) foram obrigadas a fugir de suas casas, levando a uma diáspora estimada em 6,6 milhões de refugiados fora da Síria. Segundo a UCDP, a guerra já fez cerca de 400 mil vítimas fatais e segundo o Observatório Sírio dos Direitos Humanos, foram mortos entre 388 mil e 594 mil pessoas entre março de 2011 e março de 2021.¹⁰⁷⁵ E esses números continuam aumentando porque a guerra não acabou. Bashar al-Assad é por muitos considerado o principal responsável pela destruição de seu país, mas se lhe foi permitido cometer os crimes que cometeu e continua cometendo, isso se deve essencialmente à ausência de limitação jurídica do conceito de soberania nacional. O mesmo se aplica, em maior

ou menor medida (pouco importa), a seus contendentes. E exatamente o mesmo vale para a Ucrânia e alhures.

Todas essas guerras, do Lêmen à Ucrânia e à Síria, entre muitas outras, estão, de resto, conectadas. A crise aguda de fome do Lêmen, por exemplo, está fortemente associada à do conflito entre Rússia e Ucrânia, pois o país, já paupérrimo antes da guerra, importa de ambos um terço do trigo que consome e já não consegue obtê-lo ou não consegue mais pagar por ele, tal a espiral dos preços. É óbvio que todas essas guerras são igualmente inaceitáveis. Mas o que parece menos óbvio a muitos e é acima de tudo inaceitável é a lógica que as desencadeia e as move: a lógica militarista da “segurança nacional” e do “direito” à soberania absoluta dos Estados nacionais sobre seus territórios e/ou sobre suas áreas de influência e de controle de recursos, lógica típica da ordem jurídica vigente, alheia à vontade expressa dos povos, e que leva usualmente à imposição dos interesses do mais forte sobre os direitos dos mais fracos.

O fracasso da ONU nesse contexto é total, pois lhe faltam os meios jurídicos e materiais para cumprir seu papel primeiro, qual seja a manutenção da paz. A Resolução 377 (1950) da ONU outorgou aos 15 Membros do Conselho de Segurança da ONU a missão e a autoridade para realizar intervenções militares no fito de manter a paz entre nações ou comunidades. Mas o mandato dessas missões de paz está condicionado aos interesses nacionais dos cinco membros permanentes com direito de veto nesse Conselho. Além disso, os meios militares desse mandato são pouco mais que simbólicos e seu exercício está condicionado a dois princípios que limitam drasticamente sua ação: 1. o consentimento das partes beligerantes, o que significa que a missão de fazer cessar a guerra só é iniciada quando a intenção de paz já prevaleceu e 2. não uso de força, salvo em autodefesa e em defesa de seu mandato.¹⁰⁷⁶ Não é um acaso se, em tais condições, as 71 missões de manutenção da paz de iniciativa da ONU realizadas entre 1948 e 2018 não têm conseguido diminuir as tensões geopolíticas e os conflitos armados.

Enquanto a ordem jurídica internacional não se prover de um próprio e efetivo direito de manutenção da paz, a humanidade se sujeitará às visões de mundo “realistas”, expressas em doutrinas como *Politics among Nations: The Struggle for Power and Peace* (1985), de Hans Morgenthau, ou na grotesca Doutrina Wolfowitz. Publicada em 1992 como um documento interno por Paul Wolfowitz, Subsecretário da Defesa dos EUA sob George H. W. Bush (1989-1993), o texto foi vazado para o *The New York Times*, o que motivou uma redação mais “suavizada”, coordenada por Dick Cheney. Tais documentos são os mais importantes sustentáculos ideológicos do unilateralismo norte-americano desde o célebre discurso *The Strenuous Life*, de Theodor Roosevelt, pronunciado em Chicago em 1899. Cito-os por serem os mais emblemáticos, mas a Rússia, a China, os países europeus e demais nações, mesmo as mais miseráveis, têm seus próprios discursos e manuais belicistas, baseados no interesse de seus militares e no princípio comum da soberania nacional absoluta.

Ocorre que, por definição, a guerra entre nações geradas por esse princípio, bem longe de instituir direito, institui as próximas guerras. A Primeira Guerra Mundial instituiu a Segunda, e isso a tal ponto que poderíamos no limite considerá-las uma única longa guerra mundial (1914-1945), com uma trégua de 20 anos para o devido rearmamento dos beligerantes. E ambas as guerras estão agora em vias de, ao menos potencialmente, instituir a Terceira. Mesmo que se consiga evitar esta última, os exemplos históricos de guerras geradoras de guerras são onipresentes. Não há em geral solução militar para conflitos entre comunidades ou países, nem mesmo para os mais fortes, pois apenas muito raramente estes podem colher frutos efetivos de sua força. A que paz e reconhecimento universal de seu direito a existir pode Israel aspirar pela via do racismo, da segregação, da opressão e da guerra, não obstante todo seu poderio militar, inclusive nuclear? A que liderança mundial os EUA podem aspirar com seu belicismo compulsivo e com sua “diplomacia” do *Big Stick*? A que relação construtiva, baseada em suas imensas e magníficas convergências históricas, a Rússia pode ainda aspirar manter com a Ucrânia após a

brutalidade inominável da invasão de 2022? Ou com a Chechênia, após tantas atrocidades de parte a parte desde 1994, e com a Geórgia, após a invasão de 2008? Qualquer mente dotada de um mínimo de racionalidade e bom senso sabe de há muito que não há solução para os países do Oriente Médio e da Ásia Central, ou ainda para as tensões geopolíticas entre a China, a Índia e o Paquistão, sobretudo pelo usufruto dos recursos hídricos, sem uma efetiva governança global, na qual todos terão de ceder muito para não perder ainda mais.

Se alguma chance houvesse de paz e reconhecimento através do unilateralismo e do conceito de segurança nacional, não estaríamos vendo o contínuo acirramento das hostilidades em tantas regiões do planeta desde o fim da Segunda Grande Guerra. Um grupo de pesquisa da Universidade de Hamburgo recenseou 29 conflitos armados no mundo em 2020, dois a mais que em 2019.¹⁰⁷⁷ O que se pode deduzir de imediato desse quadro é que não há nem poderá haver paz duradoura para nenhum desses conflitos. Haverá apenas o eterno retorno de situações calamitosas, que se sobreporão às calamidades criadas pelos desequilíbrios planetários, os quais, por sua vez, acirrarão ainda mais os conflitos num círculo vicioso infernal.

9.3 A soberania nacional absoluta garante e impulsiona o processo de colapso ambiental

A guerra é apenas o aspecto mais agudo e visível da disfuncionalidade dos Estados nacionais no mundo contemporâneo. O direito facultado aos Estados nacionais de destruir florestas e explorar combustíveis fósseis e demais minerais existentes no solo e subsolo de “seu” território terrestre e marítimo, o direito de descumprir acordos internacionais sobre o clima, sobre a pesca, sobre o combate à desertificação, entre outros, esse direito do particular a se sobrepor ao interesse geral está na raiz de males ainda mais sistêmicos do que os males causados pela guerra. E isso não apenas porque vitimam o conjunto da humanidade e inúmeras outras formas de vida em todo o planeta, mas também porque comprometem a vida das gerações futuras, ao causarem desequilíbrios cada vez mais irreversíveis nos parâmetros de funcionamento do sistema Terra. É fato que esses crimes sistêmicos são cometidos por corporações frequentemente mais poderosas do que os Estados nacionais, mas essas corporações são muitas vezes estatais e, sobretudo, as corporações transnacionais escudam-se em legislações nacionais soberanas para afrontarem e se colocarem acima do interesse comum.

O Brasil é um caso modelar de unilateralismo nacional. O direito facultado ao Estado brasileiro de permitir e mesmo de incentivar, através de financiamentos públicos, a destruição por corte raso de mais de 20% da floresta amazônica e de mais de 50% do Cerrado, seu direito a estimular a destruição de outros biomas, como o Pantanal e a Caatinga, esses direitos são considerados inalienáveis pelo concerto das nações. E isso mesmo quando a destruição e a agressão atingem paroxismos como sob a catástrofe Bolsonaro. Além disso, o Estado brasileiro ameaçou impunemente a saúde pública internacional, ao sabotar o combate à pandemia da Covid-19. No Brasil, esta matou em dois anos (entre março de 2020 e maio de 2022) mais de 660 mil pessoas, segundo os números oficialmente reportados, ou seja mais do que 10 anos de guerra na Síria, entre março de 2011 e agosto de 2021, e a maioria dessas mortes poderia ter sido evitada, não fosse o genocídio comandado por delinquentes que desafiam frontalmente, sem qualquer contestação, a OMS e o consenso internacional. É claro que o Tribunal Penal Internacional (TPI), fundado no Estatuto de Roma, pode e deve acabar julgando Bolsonaro por crimes contra a humanidade, genocídio e também por ecocídio, tão logo tal crime venha a ser bem tipificado. Mas o TPI julga indivíduos. Estados ecocidas não podem ser objeto de qualquer ação dotada de força de lei de parte da comunidade internacional. O país mais rico do mundo em espécies endêmicas tornou-se hoje, e tanto mais sob Bolsonaro, um dos que mais ameaçam a biodiversidade global. E cada espécie endêmica perdida no Brasil é uma espécie perdida para a humanidade e para o planeta Terra, o único até agora conhecido a abrigar vida no universo. Diante disso, diante do fato de que a destruição em curso da Amazônia e demais biomas

brasileiros impactará a vida humana e não humana no planeta como um todo, como é ainda possível sustentar a ideia absurda de que o Estado brasileiro e os demais Estados nacionais amazônicos mantenham o direito de vida ou morte sobre a maior floresta tropical do mundo e sobre seus habitantes, humanos e não humanos?

O mesmo se aplica aos países produtores de combustíveis fósseis. Quando o governo australiano, na figura de seu Ministro, Paul Fletcher, afirma que “a minoria tagarela das Nações Unidas pode dizer o que ela quiser” (*chattering classes of the UN can say what they want*), em alusão ao apelo de Antônio Guterres pela descontinuação do carvão nesse país, temos uma boa ideia do que significa o caos instaurado pelo axioma da soberania nacional absoluta. “Nenhum país encontraria 173 bilhões de barris de petróleo em seu subsolo e os deixaria lá”.¹⁰⁷⁸ Essa declaração de Justin Trudeau, primeiro-ministro do Canadá, datada de fevereiro de 2017, é outra demonstração didática da letalidade do funcionamento “normal” da economia globalizada e da anarquia permitida pela soberania nacional absoluta. A corrida para chegar primeiro, literalmente, ao fundo do poço explica tanto esse discurso de Trudeau, ovacionado por sua plateia na CERAWEEK, a reunião anual da indústria do petróleo de Houston, no Texas, quanto as três declarações de Lula entre 2008 e 2010 sobre o petróleo brasileiro do pré-sal, supostamente descoberto em 2006: “bilhete premiado” (2008), “o pré-sal é um passaporte para o futuro” (2008) e “o Brasil jogou fora o século XX. O século XXI será inexorável” (2010). Lula associava essa descoberta à esperança de promover o que ele chamava, e ainda hoje é convencionalmente chamado, o “desenvolvimento” do Brasil. Há pelo menos três décadas, tais afirmações de Fletcher, Trudeau e de Lula (e a elas poderiam se acrescentar as de Putin, Xi Jinping e outros estados “ricos” em combustíveis fósseis) exprimem a recusa obstinada em reconhecer que a catástrofe socioambiental em curso, assim como a maioria das guerras, decorre diretamente, sobretudo, da corrida pela exploração dos combustíveis fósseis. O único futuro para o qual a exploração do petróleo é o passaporte é o do desregulamento final do sistema climático, que se tornará muito mais mortífero do que já o é hoje, e o de níveis sempre mais destrutivos de poluição marinha e atmosférica. Se eleito presidente, como todos os democratas desejamos, Lula terá agora a última chance histórica de contribuir para mudar a trajetória de colapso socioambiental do país e do mundo. É preciso confiar em sua inteligência política, da qual deu mostra fundamental ao promover uma gestão que resultou na diminuição do desmatamento da Amazônia em mais de 80% entre 2005 e 2012.

9.4 Do nacionalismo ao autoritarismo

A violência dos Estados nacionais está inscrita em sua gênese, posto que sua formação é indissociável do processo de conquista e ampliação de mercados dentro e fora de seus territórios. Tal como ontem, os Estados nacionais exprimem hoje a agressividade inerente ao capitalismo. Mais que isso, eles são o mais poderoso estímulo, ideológico e material, a essa agressividade. A psicologia, mesmo a mais elementar, mostra o quanto essa entidade histórica denominada Estado nacional excita nos humanos suas mais primitivas pulsões. E a história mostra *ad nauseam* que as mais destrutivas guerras da Idade Contemporânea tiveram por princípio motriz ideologias nacionalistas. Nos séculos XIX e XX, essas ideologias foram, como se sabe, a principal bandeira empunhada pelos países econômica e militarmente mais poderosos, e, desde o primeiro pós-guerra, pelo nazifascismo. Os versos *Deutschland, Deutschland über alles, / Über alles in der Welt* (“Alemanha, Alemanha sobre tudo / Sobre tudo no mundo”), extraídos do poema *Deutschlandlied* de Hoffmann von Fallersleben, iniciam, como se sabe, o hino nacional alemão. O mote, vociferado por Hitler diante de multidões ressentidas e sequiosas de revanche pela humilhação sofrida em Versalhes, renasce no século XXI nos diversos matizes de neofascismo do *America First* e do “Brasil acima de tudo, Deus acima de todos”, de Trump e Bolsonaro, entre outros. Renasce também nos grupos eslavófilos de matiz neonazista, seja no batalhão de Azov, ligado ao Ministério do Interior da Ucrânia, seja no grupo Wagner, próximo

ao Kremlin, na Rússia.¹⁰⁷⁹ O nazifascismo é, hoje, como ontem, a última flor das ideologias nacionalistas.

Mas tampouco os movimentos socialistas deixaram de sucumbir à demência identitária do nacionalismo. Sean Larson recorda como, em Paris, no dia da queda da Bastilha de 1889, ano do centenário da Revolução francesa, representantes de 24 países reuniram-se para fundar a Segunda Internacional sob o signo da bandeira vermelha e do mote “Trabalhadores do mundo todo, uni-vos”. No discurso de abertura desse Congresso, Paul Lafargue lançou uma saudação especial à delegação alemã, num gesto de celebração do internacionalismo e de superação dos profundos ressentimentos causados pela guerra Franco-Prussiana de 1870:¹⁰⁸⁰

“Reunimo-nos aqui, não sob a bandeira tricolor ou de qualquer outra cor nacional. Reunimo-nos aqui sob a bandeira vermelha, a bandeira do proletariado internacional. Aqui vocês não estão na França capitalista, na Paris da burguesia. Aqui, nesta sala, vocês estão em uma das capitais do proletariado internacional, do socialismo internacional”.

Ainda em 1914, Jean Jaurès, fundador do Partido Socialista francês e diretor do jornal *L’Humanité*, mantinha essa tradição do pacifismo socialista. Para ele, “o capitalismo traz em si a guerra, como a nuvem traz a tempestade”. Empenhou-se, assim, com todas as suas forças para evitar a guerra. Ainda em 25 de julho de 2014, Jaurès esperava que “no último minuto, os governos se controlarão e não tenhamos de tremer de horror ao pensamento do cataclisma que desencadearia, para os homens hoje, uma guerra europeia”. No dia de seu assassinato, em 31 de julho, ele assina um editorial do *L’Humanité*, apelando à “inteligência do povo” para “afastar da raça humana” o perigo da guerra.¹⁰⁸¹ Paradoxalmente, seu assassinato acabou por arrastar a esquerda a aderir à *Union sacrée*, a coligação política pró-guerra, num contexto de tal delírio nacionalista, que seu assassino confesso, o nacionalista Raoul Villain, foi inocentado, como “bom patriota”.

Poucos foram, contudo, os que se mantiveram dignos de Lafargue e Jaurès e que não capitularam diante do chauvinismo imperante em quase todas as posições do espectro ideológico desde a eclosão da Primeira Guerra Mundial. Como bem acusa então Romain Rolland:¹⁰⁸² “Essa elite intelectual, essas Igrejas, esses partidos operários não quiseram a guerra... Que seja! O que fizeram para impedi-la? O que fazem para atenuá-la? Eles alimentam o incêndio. Cada um com sua tocha”. Como se sabe, também Karl Kautsky não deixou de acender a sua. Propôs primeiramente, em 1914, que os deputados do Partido Socialdemocrata Alemão se abstivessem na votação parlamentar de créditos de guerra (emissões de títulos da dívida pública para financiá-la). Votar contra estava fora de cogitação. Mas, diante das divisões profundas na direção do partido, acabou propondo que votassem a favor dessa concessão, sob a condição de que se tratasse de uma guerra apenas...“defensiva”.¹⁰⁸³ O mais importante partido da Segunda Internacional se alinhava ao infame *Burgfrieden*, a paz entre as classes em prol da guerra nacional, o equivalente alemão da *Union sacrée* francesa, e oferecia, assim, o mais didático exemplo de traição ao universalismo de Marx, Engels, Lafargue e Jaurès, ou, se se preferir, ao universalismo iluminista e cosmopolita de Kant, expresso em 1784.¹⁰⁸⁴

“As mesmas dificuldades cuja difícil superação acaba por levar a uma constituição civil, após tantas guerras e tentativas fracassadas, acabará por se resolver em uma Sociedade das Nações (*Völkerbund*). No âmbito desta Sociedade, mesmo o menor Estado poderá obter a garantia de sua segurança e de seus direitos, que emanarão desta Sociedade das Nações (*Foedus Amphictyonum*, a exemplo da antiga liga das cidades gregas). Por mais romanesca que seja esta ideia – ridicularizada por um Abbé de Saint Pierre ou por um Rousseau (talvez porque acreditavam-na de próxima realização) –, ela é, contudo, a única e inevitável saída da miséria onde os homens precipitam uns aos outros, e que deve forçar os Estados a adotar a resolução (ainda que a grande custo) que o homem selvagem aceitou outrora, também a contragosto:

renunciar à liberdade brutal para buscar repouso e segurança em uma constituição conforme às leis”.

Sucessivamente, os Estados nascidos das revoluções socialistas tampouco se mostraram aptos a superar o paradigma nacionalista herdado de um passado que os subjugou.¹⁰⁸⁵ Como afirma Leon Sedov acerca da degeneração do ideal socialista na Rússia, “o internacionalismo revolucionário cedeu lugar ao culto da pátria em sentido estrito. E a pátria significa, acima de tudo, as autoridades”.¹⁰⁸⁶

9.5 O nacionalismo e o aumento das despesas militares no século XXI

O senso de comunidade universal, herança maior do cristianismo, do Iluminismo e do socialismo, é, para o nacionalismo, o inimigo a abater. O nacionalismo é, sempre foi, o fundamento e o fermento do militarismo. Nacionalismo e militarismo implicam-se reciprocamente. Não por acaso, o novo surto de nacionalismo que acomete o século XXI tem implicado um aumento quase ininterrupto das despesas militares. As nações estão se preparando para a guerra, contra o interesse de suas populações. A população de um país só tem a perder, e muito, numa guerra contra a população de outro país. Mas parcelas ponderáveis dessas populações contraem o vírus do ódio nacionalista, inoculado pelos que têm interesse na guerra e na “defesa” nacional: a casta militar e a indústria bélica, obviamente, mas também as elites econômicas, ansiosas por aumentar sua participação na apropriação dos recursos naturais e nas transações comerciais e financeiras internacionais. O Global Peace Index (IEP) mede o estado de paz em 163 nações e territórios segundo três critérios: o nível de segurança social, a extensão dos conflitos domésticos e do envolvimento em conflitos internacionais, bem como o grau de militarização de cada país. Em sua 14ª edição, de 2020, o IEP afirma:¹⁰⁸⁷

“O mundo está agora consideravelmente menos pacífico do que estava quando do início desse índice. Desde 2008, o nível médio da paz em cada Estado nacional deteriorou-se em 3,76%. Houve deteriorações ano após ano em nove dos últimos 12 anos”.

De fato, no momento em que o mundo precisaria estar se organizando com o máximo empenho e urgência para aumentar a cooperação internacional, de modo a atenuar tanto quanto possível as causas e os impactos já inevitáveis das mudanças climáticas, da perda de biodiversidade e da poluição, a Figura 9.1 mostra onde os Estados nações estão investindo seus recursos.

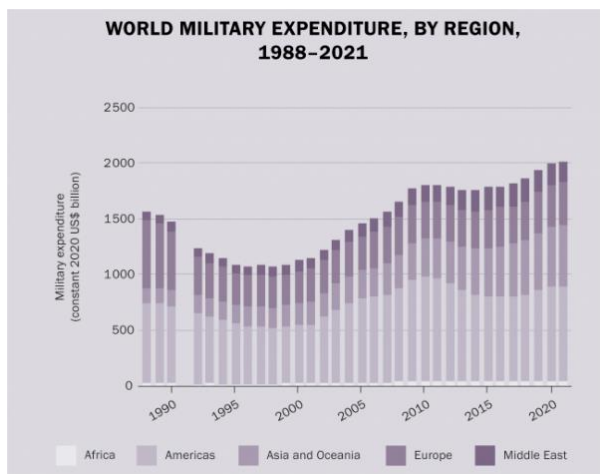


Figura 9.1 - Despesas militares mundiais entre 1988 e 2021 discriminada por cinco regiões em dólares constantes de 2020

Fonte: Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Military Expenditure Database, 25/IV/2022

<https://www.sipri.org/sites/default/files/2022-04/fs_2204_milex_2021_0.pdf>.

Observação: a inexistência de dados da ex-URSS em 1991 impede o cálculo das despesas mundiais nesse ano.

O 53º Relatório do Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), publicado em abril de 2022, mostra o aumento das despesas militares desde 1999. Malgrado a pandemia, os gastos militares em 2020 aumentaram em 2,6% em termos reais em relação a 2019, num contexto em que o PIB global caiu cerca de 4,5% sempre em relação a 2019, uma perda de cerca de US\$ 2,9 trilhões. Os gastos militares em 2020 representaram, assim, 2,4% do PIB global nesse ano. Trata-se do maior aumento anual das despesas militares desde a crise financeira de 2007-2009, que, de resto, como mostra ainda o gráfico da Figura 9.1, não teve impacto algum sobre as despesas militares. Nenhuma das cinco regiões do mundo discriminadas nessa Figura mostra diminuição de suas despesas militares entre 1998 e 2021. Em 1998, elas atingiram o mínimo de US\$ 1,054 trilhão. Cresceram desde então quase ininterruptamente no século XXI até dobrar em 2021, com gastos estimados em 2020 em US\$ 1,981 trilhão e em 2021 em US\$ 2,113 trilhões, um aumento de 6,1% em termos nominais e de 0,7% em termos reais (por causa da inflação) em relação a 2020. Os gastos militares globais aumentaram 12% em termos reais em 2021 em relação a 2020. Trata-se do sétimo aumento anual consecutivo das despesas militares globais.¹⁰⁸⁸ Os cinco países com maiores orçamentos militares (em US\$ bilhões) em 2020 e em 2021 – EUA (778 e 801), China (252 e 293), Índia (72,9 e 76,6), Rússia (61,7 e 65,9) e Reino Unido (59,2 e 68,4) – responderam tanto em 2020 quanto em 2021 por 62% do orçamento militar mundial. Os EUA e a China responderam, sozinhos, por 52% do orçamento militar mundial em 2021.

O orçamento militar dos EUA reflete o fato de que se trata do país mais belicoso do mundo. Um levantamento realizado em 2019 revela que o país esteve em guerra durante 225 anos dos 243 anos de sua existência como país independente, com 188 intervenções militares contabilizadas em outros países até 2017. Além disso, uma pesquisa realizada pelo Institute for Politics and Strategy, da Carnegie Mellon University, mostra que os EUA estiveram envolvidos em quase 70% das 117 interferências realizadas por países militarmente mais fortes nos processos eleitorais de outros países entre 1946 e 2000.¹⁰⁸⁹ O belicismo extremo dos EUA explica-se, é claro, pelo imperialismo, esse nacionalismo dos países mais poderosos, mas também pela ideologia de sua excepcionalidade e de seu “destino manifesto”.¹⁰⁹⁰ Desde o segundo pós-guerra, o vício da guerra aprofundou-se em decorrência do controle que o complexo industrial-militar norte-americano exerce sobre o Congresso e sobre o poder executivo, já advertido por Dwight D. Eisenhower em 1961.¹⁰⁹¹

O PIB dos EUA é hoje cerca de 50% maior que o da China, mas seu orçamento militar (US\$ 801 bilhões) é quase o triplo do orçamento do país asiático (US\$ 293 bilhões) e cerca de 63% maior que a soma dos outros quatro maiores orçamentos militares do mundo em 2021 (US\$ 503,9 bilhões). Embora seu PIB representasse 15,8% do PIB mundial em 2020 (ajustado por Paridade de Poder de Compra),¹⁰⁹² seu orçamento militar representava então 39% do total das despesas militares globais (38% em 2021). Ele aumentou em 2021 pela quarta vez consecutiva, com ênfase nos investimentos em seu arsenal nuclear. Enquanto os gastos militares no mundo todo representavam em 2020, como dito, 2,4% do PIB global, os gastos militares dos EUA em 2021 representam 3,5% do seu PIB (US\$ 22,9 trilhões). Esse gasto aumenta *pari passu* com uma dívida pública federal, externa e interna, que montava em abril de 2022, segundo o USDebtClock.org, a mais de US\$ 30,4 trilhões, um aumento de US\$ 5 trilhões nos 14 meses entre fevereiro de 2020 e abril de 2021.¹⁰⁹³ Os gastos militares dos EUA são, ao menos em parte, financiados por essa dívida, que chegou a esse patamar alguns anos antes do previsto. A Figura 9.2 mostra sua aceleração vertiginosa, sobretudo a partir dos anos 1980, quando, ironicamente, a doutrina Reagan martelava o mantra da diminuição dos orçamentos estatais. A partir de 2017, com Trump, que retoma a bandeira dos cortes orçamentários estatais, ela sobe quase verticalmente.

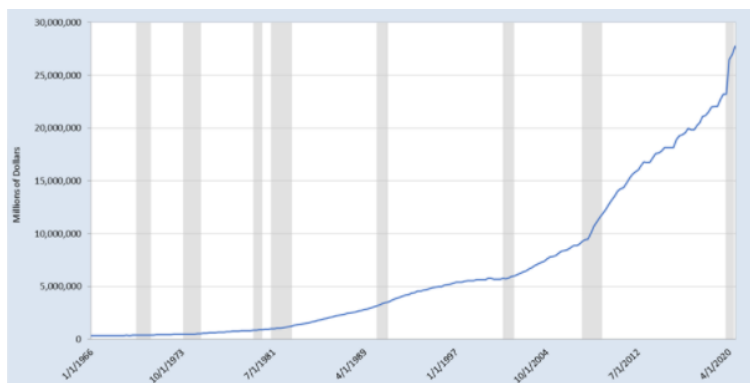


Figura 9.2 - Dívida pública federal dos EUA entre 1/1/1966 e 10/1/2020 em milhões de dólares

Fonte: Mike Patton, “U.S. National Debt Expected To Approach \$89 Trillion By 2029”. *Forbes*, 3/V/2021. A partir de dados do U.S. Department of the Treasury. Fiscal Service/FRED.

Já a dívida total dos EUA, incluindo a dívida pública (federal, estadual e municipal) e a dívida privada (famílias e empresas), monta a US\$ 90 trilhões. Todos sabemos que essas dívidas são impagáveis, e tanto mais se as taxas de juros do país continuarem crescentes, como parece ser a tendência, dada a necessidade de continuar a atrair os credores. Todos sabemos também que, sob o impacto de múltiplas crises internas, a sociedade norte-americana mostra sinais consistentes de declínio. A velocidade desse declínio é incerta, mas há quem a veja em estonteante aceleração, impulsionada não apenas pelo débito sistêmico, público e privado, mas também pelo aumento da desigualdade, pela inflação, pela profunda divisão ideológica do país (fomentada pelas redes e pelo controle corporativo da imprensa) e, externamente, pela progressiva “des-dolarização” do sistema monetário internacional e de partes crescentes do comércio mundial.¹⁰⁹⁴ Em todo o caso, como mostra Robert J. Gordon, ao “século especial” dos EUA (1870-1970) sucede um lento declínio de seu “fator total de produtividade” (TFP), com consequente diminuição de seu dinamismo econômico:¹⁰⁹⁵

“O efeito combinado dos quatro ventos contrários - desigualdade, educação, demografia e dívida governamental - pode ser quantificado de maneira aproximada. Mais difíceis de avaliar, contudo, são os inúmeros sinais de colapso social na sociedade americana. Se medido pela porcentagem de crianças que crescem em uma família chefiada por um dos pais em vez de dois, ou pela desvantagem de vocabulário de crianças pré-escolares de baixa renda, ou pela porcentagem de homens jovens brancos e negros cumprindo penas na prisão, sinais de decadência social estão em toda parte na América do início do século XXI.”

Nada disso interessa para as agências de *rating*, que continuam atribuindo à dívida pública dos EUA risco zero ou mínimo de default.¹⁰⁹⁶ Essa resiliência excepcional e contrária ao bom senso da credibilidade dos EUA repousa, é claro, na capacidade única dos EUA de imprimir mais dólares, a moeda internacional preponderante de comércio e de reservas, o que torna o dólar um *risk-free asset*. Mas quanto maior forem as chances de abalo dessa credibilidade, e elas são crescentes,¹⁰⁹⁷ mais a credibilidade dos EUA repousará em última instância em sua superioridade militar, o que alimenta o círculo vicioso: maior orçamento militar implica maior dívida, que implica maiores riscos de perda de credibilidade, que implica maior orçamento militar... De fato, mantida sua velocidade de aumento, a dívida pública federal dos EUA deve atingir US\$ 89 trilhões até 2029, quando representará 277% de seu PIB.¹⁰⁹⁸

O orçamento militar da China (US\$ 293 bilhões), o segundo maior do mundo, representa 14% do orçamento militar mundial em 2021, 1,7% de seu PIB (US\$ 17,7 trilhões) e teve um aumento de 4,7% em relação a 2020. Trata-se do 27º aumento anual consecutivo, a mais longa série ininterrupta de aumentos de orçamentos militares nacionais nos registros do SIPRI, sendo este aumento de 72% em 10 anos. O orçamento militar da Rússia (US\$ 65,9 bilhões) representa 4,1% de seu PIB, uma porcentagem ainda maior que a dos EUA (3,5%), e aumentou 2,9% em relação

a 2020, seu terceiro ano de aumento consecutivo. As estratégias da Rússia e da China, guardadas as devidas proporções entre suas economias, são óbvias e as de sempre: alcançar e superar o poderio militar dos EUA. Elas se inscrevem, assim, na mesma lógica suicida de hegemonia e confronto militar que marca o imperialismo norte-americano e os imperialismos anteriores. O mesmo pode-se dizer da OTAN, pois quase todos os seus países membros tiveram aumentos em seus orçamentos militares, com 9 deles dispendendo 2% ou mais de seus PIBs, sendo que a França, o oitavo orçamento militar do mundo, ultrapassou pela primeira vez a marca dos 2% desde 2009. Já em seu relatório anterior, de 2020, o SIPRI enfatizava o quanto a tendência global de aumento dos orçamentos militares refletia “uma crise em curso do controle de armas que se tornou agora crônica, uma geopolítica global e rivalidades regionais crescentemente tóxicas”.¹⁰⁹⁹

Desde 2015, as despesas militares da OTAN têm aumentado, como mostra a Figura 9.3, que discrimina até junho de 2021 apenas as despesas do Canadá e do crescente número de países europeus que se integraram a essa aliança militar desde 1999.

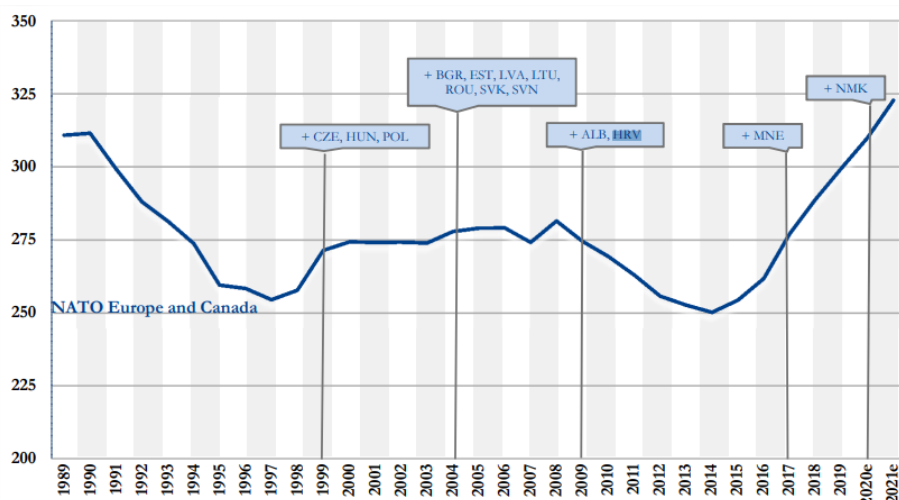


Figura 9.3 - Despesas militares da OTAN em bilhões de dólares (dólares e taxas de câmbio de 2015), relativas apenas aos países europeus e ao Canadá entre 1989 e 2021, discriminando as datas de entrada nessa aliança militar dos novos países europeus a partir de 1999.

CZE = República Tcheca; HUN = Hungria; POL = Polônia; BGR = Bulgária; EST = Estônia; LVA = Letônia; LTU = Lituânia; ROU = Romênia; SVK = Eslováquia; SVN = Eslovênia; ALB = Albânia; HRV = República da Croácia; MNE = Montenegro e NMK = Macedônia do Norte

Fonte: Defence Expenditure of NATO Countries (2014-2021). Press Release, 11/VI/2021

<https://www.nato.int/nato_static_files2014/assets/pdf/2021/6/pdf/210611-pr-2021-094-en.pdf>

Em 2014, essas despesas foram de US\$ 250 bilhões, saltando para US\$ 323 bilhões em 2021 (estimativa), um aumento de quase 30% em sete anos. A invasão da Ucrânia pela Rússia em 2022 só fez piorar esse quadro, com a decisão da Alemanha, do Japão e da Austrália, entre outros, de aumentar ainda mais seus orçamentos militares. As despesas militares da Alemanha atingiram US\$ 56 bilhões em 2021 ou 1,3% de seu PIB. Elas correspondiam em 2015 a 1,13% de seu PIB e estavam já em ligeiro aumento desde 2005. A agressão russa está agora fornecendo o pretexto ideal para que o país multiplique seu orçamento militar por dois, visando elevá-lo a mais de 2% de seu PIB, com a aquisição de drones de Israel e de caças F-35 dos EUA. O discurso de seu primeiro-ministro, Olaf Scholz, proferido 3 dias após o início da invasão da Ucrânia, suscitou aplausos estrondosos no Bundestag, inclusive da oposição, algo que faz lembrar o *Burgfrieden* de 1914.¹¹⁰⁰ O mesmo ocorre com a Austrália, que aumentou em 4,4% seu orçamento militar do ano fiscal 2021-2022 em relação ao exercício anterior. E deverá aumentar sempre mais com a compra de submarinos nucleares e outras armas de última geração no

âmbito da aliança militar da região do Indo-Pacífico, o AUKUS (Austrália, Reino Unido e EUA), firmada em setembro de 2021 e cujo objetivo explícito é fazer frente à expansão militar e comercial da China.

9.6 O negócio da segurança nacional: corporações, estamento militar e ciência em simbiose

Armas pedem guerras, guerras pedem armas e ambas pedem tecnologia. Num artigo publicado em 2020 na revista *Nature*, Denise Garcia, vice-diretora do International Committee for Robot Arms Control, constata algo de palmar evidência: “o poderio militar não torna o mundo mais pacífico”. E a autora continua:¹¹⁰¹

“Os governos devem aceitar que seu conceito de segurança nacional, sustentado por um complexo industrial-militar, é anacrônico e irrelevante. Para se recuperarem dos custos da pandemia, estimados em US\$ 82 trilhões nos próximos cinco anos, eles deveriam focar suas despesas em pacotes de estímulos em descarbonização, saúde, educação e meio ambiente. Os orçamentos em segurança nacional deveriam ser investidos no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU e do Acordo de Paris de 2015 para evitar mudanças climáticas perigosas”.

Ocorre que, embora as guerras tenham custado ao mundo prejuízos da ordem de USD 14,5 trilhões apenas em 2019,¹¹⁰² o negócio da “segurança nacional”, vale dizer, o negócio da guerra e da criação de inimigos (*No business without enemies*, reza o ditado) continua sendo um dos maiores e mais lucrativos do mundo. Como mostra Jordi Calvo Rufanges, do Centre Delàs d’Estudis per la Pau, baseado no Worldwide Armed Banks Database, entre 2014 e 2019:¹¹⁰³

“As 37 maiores corporações da indústria armamentista – sendo as mais importantes Boeing, Honeywell, Lockheed Martin e General Dynamics – receberam US\$ 903 bilhões em investimentos de mais de 500 bancos em 50 países. As principais instituições financeiras envolvidas no comércio de armamentos estão baseadas nos EUA, França e Reino Unido e as 10 maiores no *ranking* dos principais provedores financeiros são Vanguard, BlackRock, Capital Group, State Street, T. Rowe Price, Verisight, Bank of America, JP Morgan Chase, Wells Fargo e Citigroup”.

Ao criar o inimigo, a ideologia nacionalista justifica por toda a parte a existência do estamento militar, sempre interessado em explorar sua única razão de ser: o medo primal e o ódio ao “outro”, o que está além da fronteira. O poder e os privilégios desse estamento parasitário medem-se por diversos critérios. Antes de mais nada, nos termos do Protocolo de Kyoto, os países não são obrigados a comunicar as emissões provenientes de seu complexo militar em suas operações fora do país. Também o Acordo de Paris tornou opcional a decisão de comunicar as emissões nacionais provenientes do complexo militar. Em um relatório publicado pela Brown University, Neta Crawford estimou as emissões provenientes do complexo militar dos EUA entre 2001 e 2017. Apenas neste último ano de 2017, ela as avalia em 59 milhões de toneladas de CO₂e, um montante equivalente ao total de emissões de um país como a Suécia ou a Suíça. Mas, como afirma Stuart Parkinson, da organização independente, Scientists for Global Responsibility (SGR):¹¹⁰⁴

“Essas emissões [59 MtCO₂e] são apenas parte da história. Também precisamos contar as emissões de carbono, por exemplo, da indústria de armas que produz todo o equipamento militar, a extração das matérias-primas usadas por essa indústria e os impactos quando o equipamento militar é usado, ou seja, na guerra. (...) De onde temos um total de aproximadamente 340 milhões tCO₂e no que se refere às emissões de carbono dos militares nos EUA, ou cerca de 6% das emissões nacionais totais” [em 2018].

Essas emissões “ocultas” dos EUA superam, por exemplo, as emissões de CO₂ reportadas pelo Reino Unido em 2020 (330 MtCO₂). Emissões proporcionalmente equivalentes podem ser evocadas para os demais países.

O estamento militar é tanto mais poderoso também porque evolui em estreita simbiose com as elites, as milícias de mercenários e os senhores da guerra do complexo financeiro-industrial-militar, o que lhes permite viver acima do mundo sublunar dos demais setores da economia, sujeitos a restrições orçamentárias e às oscilações entre oferta e demanda. Nem mesmo a pandemia da Covid-19 afetou os orçamentos militares, como bem mostra a discrepância de desempenho entre a aviação comercial e a militar. Segundo um relatório da Deloitte:¹¹⁰⁵

“O setor aeroespacial comercial foi significativamente afetado pela pandemia da COVID-19, que levou a uma redução dramática no tráfego de passageiros, afetando a demanda por aeronaves. Como resultado, espera-se que o setor aeroespacial comercial se recupere lentamente, já que a demanda por viagens não deve retornar aos níveis anteriores ao COVID-19 antes de 2024. O setor de defesa deve permanecer estável em 2021, já que a maioria dos países não reduziu significativamente seus orçamentos de defesa e permanecem comprometidos em sustentar suas capacidades militares.”

O relatório frisa que os orçamentos nacionais de “defesa” e o faturamento da indústria bélica devem permanecer intocados, “pois os programas militares continuam a ser críticos para a defesa nacional, especialmente considerando as tensões geopolíticas”.

A evidente militarização do mundo todo implica o desenvolvimento da tecnologia bélica e esta tem um de seus pilares no desvio da pesquisa científica para fins militares. Em dezembro de 1968, a primeira frase do documento inaugural da Union of Concerned Scientists, do MIT, em plena efervescência da oposição à guerra do Vietnã frisa essa cooptação da ciência pela guerra: “O uso indevido do conhecimento científico e técnico representa uma ameaça maior à existência da humanidade”.¹¹⁰⁶ Nos EUA, esse processo é relativamente bem documentado e constitui um aspecto nada menos que vergonhoso para a comunidade científica desse país. Uma imensa comunidade de cientistas e engenheiros nos EUA vive à sombra do orçamento militar. Em 2011, segundo dados do Departamento de Defesa dos EUA, entre os mais de 1,4 milhão de pessoas a serviço do establishment militar (exército, marinha, fuzileiros navais e aeronáutica), ao menos 200 mil pessoas eram cientistas, engenheiros e técnicos. Como informa Roz Pidcock:¹¹⁰⁷

“Alguns estão construindo robôs. Outros, pilotando remotamente veículos submarinos. Segundo especialistas entrevistados pela *Science Careers*, todos compartilham uma característica: são primeiramente militares, depois cientistas. (...) Muitos militares veteranos afirmam que uma carreira como cientista militar pode ser mais gratificante e oferecer mais segurança trabalhista do que uma carreira como cientista civil.”

Em suma, a simbiose militar-industrial à qual se associa grande parte da pesquisa científica açambarca recursos crescentes e se beneficia de orçamentos que escapam ao escrutínio da sociedade e do sistema político democrático. E, de novo, o que aqui se afirma sobre os EUA vale, em maior ou menor medida, para os demais países.

9.7 A intensificação das tensões geopolíticas e o peso crescente das crises ambientais

Sobre esse quadro sombrio, age com força crescente a questão emergente de nossos dias: os riscos de beligerância generalizada estão novamente aumentando, não apenas *em paralelo* com o aumento das crises ambientais, mas, em medida crescente, *por causa* desse aumento. Essas crises ambientais são, basicamente, de dois tipos distintos, mas interligados: (1) escassez potencial ou já crescente de materiais e formas de vida disponíveis na natureza, que o jargão econômico chama indiferentemente de “recursos”, e (2) desequilíbrios das coordenadas ambientais do sistema Terra. No que se refere ao primeiro tipo, a tendência à escassez desses “recursos” só faz aumentar a competição entre as nações pelo controle geopolítico dos últimos ecossistemas relativamente preservados do planeta, situados no Ártico, na África, na América

do Sul, na Oceania e nos oceanos, sobretudo no que se refere à água, aos solos agricultáveis, às florestas, à biodiversidade, aos combustíveis fósseis e aos minerais em geral. Uma pesquisa realizada por Nedal Nassar e colegas (2020) sobre o risco de rupturas de oferta para os EUA de 52 *commodities* minerais não combustíveis entre 2007 e 2016 mostra que “um subconjunto de 23 commodities, incluindo cobalto, nióbio, elementos de terras raras e tungstênio, representam o maior risco de oferta”.¹¹⁰⁸ Quanto maior for a demanda e consequente escassez (absoluta ou relativa) desses insumos, maior será a energia requerida para a sua obtenção, maior será também a poluição gerada nesse processo e, sobretudo, maiores se tornarão as tensões geopolíticas e o aparato tecnológico e militar necessário para garantir sua apropriação. Mais ameaçador também se torna o segundo tipo dessas crises ambientais: o desequilíbrio do sistema climático e a contração catastrófica da biodiversidade, sobretudo pela supressão das florestas tropicais, pela poluição generalizada, pela sobrepesca e pelo comércio global de aves e mamíferos destinados à alimentação humana.

A combinação desses dois tipos indissociáveis de crises ambientais define nosso destino a curtíssimo prazo. Não por acaso o clima impôs-se na pauta das reuniões do Conselho de Segurança da ONU a partir de 2007 e, desde então, voltou a ocupar a agenda desse Conselho ao menos mais seis vezes: em julho de 2011, em março de 2017, em julho de 2018, em janeiro de 2019, em fevereiro de 2021 e novamente em dezembro de 2021. Em 2019, pela primeira vez na história, Pavel Kabat, cientista-chefe da Organização Meteorológica Mundial (OMM), foi convidado a fazer uma explanação aos membros do Conselho de Segurança da ONU sobre o clima e sobre a questão dos eventos meteorológicos extremos.¹¹⁰⁹ E não deixou de, pela enésima vez, advertir o que os presentes estavam provavelmente cansados de saber:¹¹¹⁰

“A mudança climática tem uma infinidade de impactos na segurança – reduzindo os ganhos em nutrição e acesso aos alimentos; aumentando o risco de incêndios florestais e agravando os desafios da qualidade do ar; aumentando o potencial de conflito pela água; levando a mais deslocamento interno e migração.”

Nada disso era, de fato, novidade. Mas ao invés de suscitar naquela seleta audiência qualquer sobressalto, tal consciência só tem aguçado entre as nações mais poderosas uma corrida pela garantia de posições de força num mundo em derrocada. Sabem bem os membros desse Conselho que nesse mundo haverá cada vez menos lugar para os mais vulneráveis e os menos armados (iludem-se, porém, ao acreditar que a exclusão da maioria aumenta as chances de sobrevivência da minoria). Em fevereiro de 2021, a convite de Boris Johnson, primeiro-ministro do Reino Unido, convocou-se uma nova reunião do Conselho de Segurança da ONU sobre o mesmo tema. Nessa ocasião, John Kerry dirigiu-se aos membros desse Conselho nesses termos:¹¹¹¹

“Apenas uma ação audaciosa neste decênio pode colocar o mundo confiantemente no caminho das emissões líquidas zero até 2050 – ou antes. (...) E, tristemente, deixar de fazê-lo nos deixará na posição em que estamos – apenas por inadvertência, por falta de vontade, por falta de união –, isto é, marchando em direção ao que é quase equivalente a um pacto de suicídio mútuo”.

Outro pronunciamento nesse encontro, o de Sir David Attenborough, relembrou aos presentes o que está em jogo. É preciso citá-lo mais extensamente para perceber a comoção que suas palavras transmitem:¹¹¹²

Não sou um político, nem um diplomata. Falo como um membro do público, que ouve suas deliberações e pronunciamentos com cuidado e preocupação. Sabemos que a segurança do mundo inteiro depende de suas decisões. (...) Se continuarmos no nosso caminho atual, enfrentaremos o colapso de tudo que nos dá segurança. Produção de alimentos, acesso à água doce, temperatura ambiente habitável e cadeias alimentares oceânicas. E se o mundo natural não puder mais atender às nossas necessidades mais básicas, grande parte do restante da civilização se desintegrará rapidamente. Por favor, não se enganem: as mudanças climáticas são

a maior ameaça à segurança que os humanos modernos já enfrentaram. Não invejo a responsabilidade que isso coloca sobre todos os senhores e sobre seus governos. Algumas dessas ameaças certamente se tornarão realidade em poucos anos. Outras podem, durante a vida dos jovens de hoje, destruir cidades e sociedades inteiras, alterando até mesmo a estabilidade do mundo como um todo. Talvez a lição mais significativa trazida por estes últimos 12 meses tenha sido a de que não somos mais nações separadas, cada uma mais bem servida cuidando de suas próprias necessidades e segurança. Somos uma espécie única e verdadeiramente global, cujas maiores ameaças são compartilhadas e cuja segurança deve vir, em última instância, de agirmos juntos, no interesse de todos nós. Acredito que, se agirmos rápido o suficiente, podemos alcançar um novo estado estável. Isso nos obrigará a questionar nossos modelos econômicos e onde colocamos valor. (...) E, por meio da cooperação global, podemos alcançar muito mais do que apenas combater as mudanças climáticas. Podemos finalmente criar um mundo estável e saudável, onde os recursos sejam igualmente compartilhados. Pela primeira vez na história da humanidade, poderemos, enfim, saber o que é sentirmo-nos seguros.”

Palavras ao vento, naturalmente. Nada resultou e nada resultará de concreto desses encontros e desses apelos, porque os cinco membros permanentes desse organismo supremo da cena diplomática representam os interesses de nações cuja soberania absoluta lhes garante o duplo direito de veto e de emitir 50% das emissões globais de CO₂.¹¹¹³ De resto, os países do bloco ex-socialista ou autodenominado socialista são os que mais “sinceramente” se opõem a ações concertadas para conter o aquecimento global e demais anomalias climáticas. Assim, em fevereiro de 2021 o representante da Rússia nesse Conselho, Vassily Nebenzia, lançou mais uma vez descrédito sobre a emergência do problema: “Concordamos que as mudanças climáticas e as questões ambientais podem exacerbar conflitos. Mas são elas realmente sua causa primeira? Há sérias dúvidas a respeito”. E Xie Zhenhua, falando em nome da China na mesma ocasião, descreveu as mudanças climáticas com a mente negacionista de um típico economista, brandindo a varinha mágica do “desenvolvimento sustentável”: “O desenvolvimento sustentável é a chave-mestra para resolver todos os problemas e eliminar as causas primeiras dos conflitos”.¹¹¹⁴ Finalmente, em 13 de Dezembro de 2021, a Rússia fez valer seu poder de veto à tentativa de estabelecer a primeira resolução do Conselho de Segurança sobre o clima, proposta de iniciativa da Irlanda e do Níger, apoiada por 113 dos 193 países-membros da ONU e aprovada por 12 dos 15 membros do Conselho de Segurança. Vassily Nebenzia, embaixador russo na ONU, afirmou que: “Colocar as mudanças climáticas como uma ameaça à segurança internacional desvia a atenção das razões genuínas e profundamente enraizadas de conflito nos países acerca da agenda do Conselho”.¹¹¹⁵ A Índia também votou contra e a China se absteve... A resolução vetada pela Rússia era similar à proposta avançada pela Alemanha em 2020, igualmente vetada por Donald Trump.

9.8 A 100 segundos da meia-noite e o retorno do cenário guerra nuclear

Em decorrência de todas as questões acima evocadas, observa-se o retorno ao proscênio da política internacional do cenário de uma guerra nuclear. Os momentos de máxima tensão e com mais alta probabilidade de uma guerra terminal ocorreram, como se sabe, com a crise dos mísseis de Cuba em 1962 e com a eleição de Ronald Reagan em 1981 e o chamado *Able Archer 83* da OTAN, de novembro de 1983, exercícios de simulação de uma guerra atômica com mísseis *Pershing II*, cujo extremo realismo suscitou na ex-URSS e nos países do Pacto de Varsóvia a percepção da iminência de um ataque nuclear real.¹¹¹⁶ Esses exercícios são considerados por autores como Nate Jones e Dmitry Adamsky, o momento em que mais próximos estivemos de uma guerra atômica.¹¹¹⁷ Tais momentos críticos pareciam pertencer ao passado. De fato, dada a relativa paridade de tecnologias de mísseis portadores de ogivas nucleares, não era possível suprimir completamente o inimigo sem ser ao mesmo tempo suprimido por ele. Essa condição gerou, como se sabe, a doutrina MAD ou Mutually Assured Destruction (Destruição Mútua

Assegurada), que levou à resignada declaração conjunta de Genebra (1985) de Ronald Reagan e Mikhail Gorbachev: “a guerra nuclear não pode ser vencida e jamais deve ser combatida”.¹¹¹⁸

“A Guerra Fria terminou. O risco de uma guerra nuclear praticamente desapareceu”, afirmava Mikhail Gorbachev em seu discurso de recepção do Prêmio Nobel da Paz de 1990, proferido em junho de 1991.¹¹¹⁹ Esse momento de distensão pertence aos últimos 15 anos do século XX. O século XXI trouxe o desmonte dos tratados de desarmamento nuclear, assinados há mais de meio século, isto é, desde o Tratado de Não Proliferação (NPT) de 1968, não assinado, de resto, pela Índia, Paquistão e Israel. Em 2002, a administração Bush retirou os EUA do Tratado sobre Mísseis Anti-Balísticos (ABM - Antballistic Missile Treaty), assinado em 1972, após três anos de negociações no âmbito do Strategic Arms Limitation Talks (SALT I).¹¹²⁰ Em resposta, o General Anatoly Kvashnin declarou então que esse ato: “alterará a natureza do equilíbrio estratégico internacional, liberando as mãos de uma série de países para recomeçar a corrida armamentista”.¹¹²¹

O SALT II, assinado por Jimmy Carter e Leonid Brezhnev em Viena em 1979, foi muito criticado nos EUA e nunca entrou formalmente em vigor. A invasão do Afeganistão pela ex-URSS naquele ano excluiu toda possibilidade de sua ratificação pelo Congresso norte-americano. Mas em 1987, o Tratado de desarmamento nuclear firmado entre os EUA e a ex-URSS (Treaty on the Elimination of Intermediate-Range and Shorter Range Missiles, ou INF Treaty), após mais de seis anos de intermitentes negociações, foi um passo efetivo dado pelos EUA e pela ex-URSS em direção ao desarmamento. Ele entrou em colapso em 2019, coroando a retomada da corrida por mais e por novas armas atômicas de parte dos nove países detentores desses arsenais. Resta agora apenas o New START (Strategic Arms Reduction Treaty), assinado em 2010 para substituir o START I e o Tratado de Moscou (Strategic Offensive Reductions Treaty, ou SORT), expirados em 2009 e 2012, respectivamente. O New START, estabelecido em fevereiro de 2018 e com data de expiração prevista em 2026, estabelece um teto de 1.550 ogivas nucleares estratégicas operacionais para cada país, mas conta uma ogiva operacional para cada grande avião bombardeiro, independentemente de quantas ogivas cada um desses aviões possa carregar. Assim, em inícios de 2020, os nove países detentores de armamento nuclear possuíam cerca de 13.500 dessas armas, 3.720 das quais em posse de forças militares operacionais e aproximadamente 1.800 delas mantidas em “estado de alto alerta operacional” (“state of high operational alert”).¹¹²² A Figura 9.4 mostra a distribuição dessas ogivas nucleares, segundo seu estado de prontidão operacional.

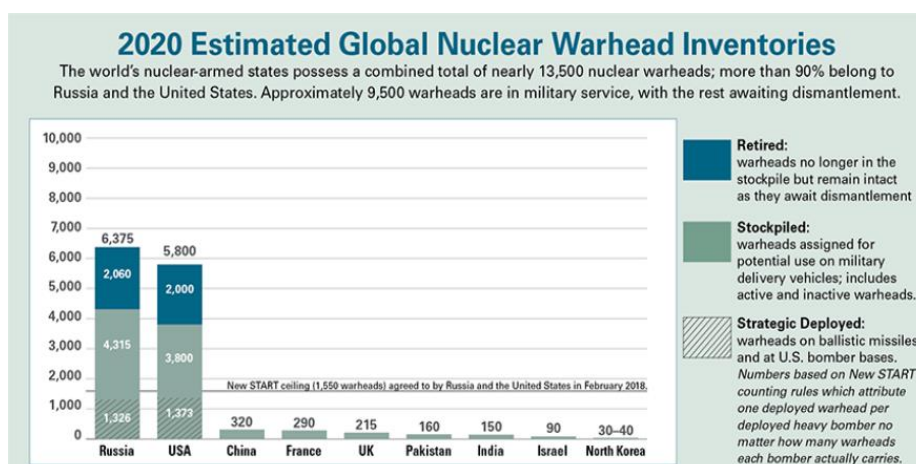


Figura 9.4 - Inventários nucleares globais em 2020, segundo três categorias operacionais (de cima para baixo):
1. ogivas retiradas, mas intactas, à espera de desmantelamento (4.060);
2. ogivas estocadas, ativas e inativas, para uso potencial, colocadas em veículos militares (~9.380);
3. ogivas operacionais implantadas em mísseis balísticos e em bases de bombardeiros (~2699)

Fonte: Arms Control Association, com dados baseados em Hans M. Kristensen, Shannon N. Kile, Stockholm International Peace Research Institute <<https://www.armscontrol.org/factsheets/Nuclearweaponswhohaswhat>>.

Eric Schlosser fornece informações aparentemente confiáveis sobre os recentes desenvolvimentos do novo poderio atômico global.¹¹²³ A Coreia do Norte teria muito provavelmente desenvolvido uma bomba de hidrogênio e seus mísseis Hwasong-15 têm novas capacidades de transporte que podem neutralizar os sistemas de defesa antiaérea dos EUA (“Ground-Based Midcourse Defense anti-ballistic-missile system”). A Índia aperfeiçoa sua tecnologia de ataque à China e ao Paquistão, o qual tem agora o arsenal nuclear que mais rapidamente cresce no mundo. Israel está expandindo seus mísseis de cruzeiro com armas nucleares em submarinos. A França e o Reino Unido estão modernizando seu arsenal nuclear. Em março de 2021, como parte de sua nova estratégia pós-Brexit, o Reino Unido aumentou em mais de 40%, de 180 para 260, o teto de armazenamento de suas ogivas nucleares Trident, uma reversão fundamental no gradual desarmamento nuclear britânico iniciado com o fim da União Soviética.¹¹²⁴

O poderio nuclear da China é igualmente crescente. A China nunca assinou tratados sobre desarmamento nuclear e seu estoque de ogivas nucleares aumenta agora a passos largos. Seu orçamento militar quase dobrou em 10 anos.¹¹²⁵ Os mísseis chineses podem atingir, hoje, qualquer parte do território dos EUA, país que, de seu lado, planeja investir nos próximos 30 anos mais de um trilhão de dólares na renovação de seu arsenal nuclear. Seus documentos de 2010 e 2018 (“Nuclear Posture Review”) propugnam armas nucleares “táticas”, isto é, de muito menor potência e com maior probabilidade, portanto, de serem usadas. Mas o planejamento norte-americano não se atém apenas a armas táticas. Segundo Elisabeth Eaves, do Bulletin of the Atomic Scientists, a Força Aérea dos EUA planeja encomendar, ao custo de US\$ 100 bilhões, mais de 600 mísseis nucleares intercontinentais (ICBMs) capazes de viajar cerca de dez mil quilômetros, carregando ogivas mais de 20 vezes mais poderosas do que a bomba lançada em Hiroshima. Esse novo armamento, intitulado GBSD (*Ground-Based Strategic Deterrent*), deverá estar pronto por volta de 2029 e substituirá a atual frota de mísseis Minuteman III.¹¹²⁶

Segundo Eric Schlosser, acima citado, a Rússia planeja construir 40 a 50 mísseis R-28 Sarmat, apelidados Satan-2, carregados com 16 ogivas nucleares capazes de destruir todas as cidades dos EUA com mais de dois milhões de pessoas. Em 2018, às vésperas de sua reeleição, em uma peça ao mesmo tempo espetacular e sinistra de propaganda, Putin mostrou uma nova geração de mísseis capazes de evitar detecção por radares e voar a uma velocidade 20 vezes maior que a do som: “ele vai como um meteoro em direção ao seu alvo”. E em referência à saída dos EUA do Tratado sobre Mísseis Anti-Balísticos, em 2002, Putin afirmou, “eles continuam nos ignorando. Então, ouçam-nos agora. (...) Espero que tudo o que disse hoje retenha qualquer potencial agressor, incluindo a expansão da OTAN em direção às nossas fronteiras”, palavras acompanhadas por uma tempestade de aplausos. Em resposta, o Pentágono declarou: “Estamos preparados e estamos prontos” (*We are prepared and we are ready*). E por ocasião do discurso do State of Union, em 2018, Donald Trump retrucou: “Precisamos modernizar e reconstruir nosso arsenal nuclear, esperando nunca ter de usá-lo, mas tornando-o tão forte e tão poderoso, que ele deterá quaisquer atos de agressão”.¹¹²⁷

A guerra da Ucrânia trouxe uma escalada de explicitações sobre a possibilidade de uma guerra mundial com uso de armas nucleares. Em 27 de fevereiro de 2022, por exemplo, o apresentador Dmitry Kiselyov afirmou na televisão estatal russa: “Nossos submarinos são capazes de lançar 500 ogivas nucleares, as quais garantem a destruição dos EUA e de todas as nações da OTAN. Por que precisamos de um mundo se a Rússia não está nele?”¹¹²⁸ A respeito de uma derrapagem em direção à guerra nuclear, Sergey Lavrov, Ministro das Relações Exteriores da Rússia, declarou: “Não gostaria de elevar esses riscos artificialmente. Muitos gostariam disso. O perigo é sério, real. E não devemos subestimá-lo”.¹¹²⁹ Do lado ocidental, declarações como a de Jean-Yves Le Drian, Ministro das Relações Exteriores da França, não contribuem para a diminuição das

tensões: “Penso que Vladimir Putin deve também compreender que a Aliança Atlântica é uma aliança nuclear. Não direi mais nada”.¹¹³⁰ Não por acaso, Antônio Guterres, secretário-geral da ONU, declarou em 14 de março de 2022: “A perspectiva de um conflito nuclear, antes impensável, está agora de volta ao reino da possibilidade”.¹¹³¹

Quanto a Joe Biden, seu belicismo não deve surpreender. Já em 2002, como líder da Comissão de Relações Internacionais do Senado, ele teve uma atuação decisiva para obter o acordo do Congresso dos EUA em favor da invasão do Iraque.¹¹³² Endossando agora novamente sua fantasia de Capitão América, Biden é de novo um típico senhor da guerra: “Um conflito direto entre a OTAN e a Rússia é a Terceira Guerra Mundial, algo que devemos nos esforçar para evitar”. Esse esforço não parece convincente quando os EUA fornecem à Ucrânia mais e mais recursos e armamentos: US\$ 735 milhões em material bélico letal até 25 de fevereiro de 2022, mais US\$ 13,6 bilhões em 20 de março de 2022 (US\$ 800 milhões dos quais em material de combate), além de uma quantidade excepcional de armamentos leves e pesados e de tecnologia de guerra.¹¹³³ Em 28 de abril de 2022, Biden propôs ao Congresso de seu país o desbloqueio de mais US\$ 33 bilhões destinados à Ucrânia, US\$ 20 bilhões dos quais em apoio militar direto.

Como se essa corrida de dementes entre a Rússia e a OTAN não bastasse, a guerra na Ucrânia tem aumentado como nunca o risco de proliferação de armas atômicas. O ex-primeiro-ministro do Japão, Shinzo Abe (2012-2020) – membro do grupo ultranacionalista Nippon Kaigi, militarista e negacionista dos crimes de guerra do Japão na China e na Coreia no século XX –, aproveitou a invasão da Ucrânia para sugerir a instalação de armas nucleares dos EUA em seu país. Em uma entrevista à televisão Nikkei Asia, ele declarou:¹¹³⁴

“Na OTAN, Alemanha, Bélgica, Holanda e Itália participam do compartilhamento nuclear, hospedando armas nucleares norte-americanas. Precisamos entender como a segurança é mantida em todo o mundo e não considerar tabu ter uma discussão aberta. Devemos considerar firmemente várias opções quando falamos sobre como podemos proteger o Japão e a vida de seu povo nesta realidade”.

Embora desautorizada pelo atual primeiro-ministro, Fumio Kishida, natural de Hiroshima, a discussão sobre o fim do pacifismo japonês, inclusive com a criação de sua própria bomba, tem se imposto no país, para a evidente inquietação da China.¹¹³⁵ Também o Irã e a Coreia do Sul podem em breve aceder à posição de potências nucleares. Tal é, enfim, como ninguém ignora, o sonho dos militares brasileiros, encorajados agora, novamente, por Bolsonaro e seus filhos.¹¹³⁶ O projeto em curso de análise pela Comissão de Direitos Humanos do Senado brasileiro argumenta que a posse de bombas atômicas garantiria ao Brasil o exercício ainda mais pleno de sua soberania nacional absoluta, ideal, naturalmente, para continuar a explorar petróleo e a destruir a Amazônia e os demais biomas brasileiros.¹¹³⁷ Desde os anos 1990, estamos, em suma, deliberadamente procurando abreviar tanto quanto possível nossa existência e a de outras espécies neste planeta. É o que mostra o *Doomsday clock* do Bulletin of the Atomic Scientists, ilustrado na Figura 9.5:¹¹³⁸

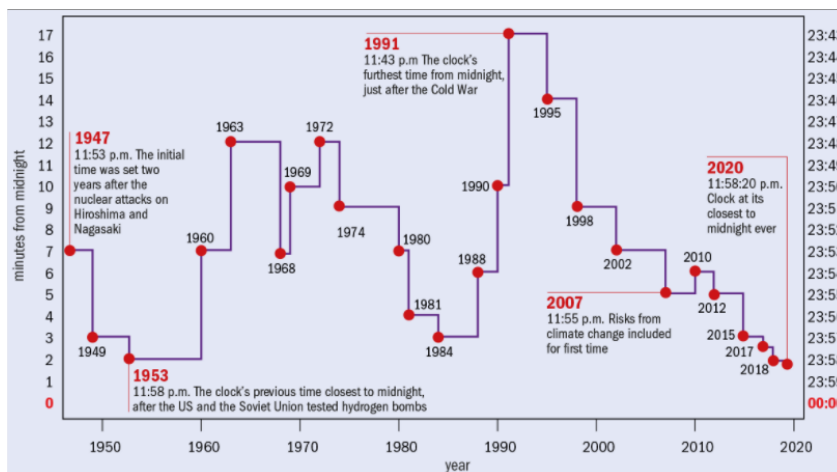


Figura 9.5 - Evolução do Doomsday Clock entre 1947 e 2020, em relação à meia-noite, momento terminal da humanidade (associando a metáfora de uma escatologia laica à ideia contemporânea de contagem regressiva).

1947: os cientistas fixam nossa distância em relação à meia-noite às 11:53.

1953: os ponteiros avançam para 11:58, após os testes de bombas de hidrogênio pelos EUA e pela ex-URSS.

1991: o fim da Guerra Fria leva-nos ao ponto mais distante da meia-noite (11:43).

2007: as mudanças climáticas são incluídas entre as ameaças existenciais à humanidade (11:55).

2020: o ponto mais próximo da meia-noite desde 1947 (11:58:20), ou seja, a apenas 100 segundos da meia-noite.

Fonte: PhysicsWorld, baseado no Bulletin of the Atomic Scientists

<https://physicsworld.com/a/doomsday-clock-ticks-closer-to-disaster/>

Às vésperas do segundo decênio do século XXI, precisamente em 2010, o mundo ultrapassou o nível de insegurança de 1947, e atingiu o de 1988, o ano sucessivo à assinatura do Tratado sobre desarmamento nuclear (INF Treaty), acima mencionado. A diferença é que em 1988 estávamos numa trajetória positiva de distanciamento da meia-noite, tendo chegado em 1991 ao ponto mais distante da catástrofe (11:43), ao passo que desde 2010 estamos nos precipitando em direção a ela. A tendência observada no segundo decênio é de queda livre em direção ao suicídio. Em 2020, chegamos a 11:58:20, isto é, a apenas 100 segundos desse ponto final da civilização humana e de tantas outras espécies, o ponto mais próximo da morte desde o início da série histórica acima ilustrada. Estávamos nele em 2021 e a guerra da Ucrânia está nos levando ainda mais perto da meia-noite.

9.9 Conclusão

O que poderia ser mais iminente: um colapso socioambiental ou uma guerra nuclear? A questão é sem sentido porque o colapso ambiental já está em curso e uma guerra nuclear é uma das possíveis decorrências da irracionalidade do axioma da soberania nacional absoluta. Trata-se, em todo o caso, de dois aspectos do mesmo processo, como o demonstra o fato de que desde 2007 o Bulletin of Atomic Scientists incluiu as mudanças climáticas em sua avaliação das ameaças existenciais iminentes à humanidade e à vida no planeta:¹¹³⁹

"Os perigos representados pelas mudanças climáticas são quase tão terríveis quanto os representados pelas armas nucleares. A curto prazo, os efeitos podem ser menos dramáticos que a destruição provocada por explosões nucleares, mas nas próximas três a quatro décadas as mudanças climáticas podem causar danos irremediáveis aos habitats dos quais as sociedades humanas dependem para sobreviver."

Escrito há 15 anos por um coletivo de cientistas de escol, o texto acima referia-se a danos irremediáveis causados pelas mudanças climáticas "nas próximas três a quatro décadas"... Dado que o sistema econômico-político global manteve-se desde então na mesma trajetória, hoje o prazo do irremediável pode ser os próximos 15 anos, talvez 25... De qualquer modo, estamos

confrontados a um tempo-limite, de tal modo que nossa capacidade de reverter as tendências atuais neste decênio decidirá, com toda a probabilidade, sobre nossas possibilidades de atenuar e nos adaptar aos impactos vindouros, muitos dos quais já inevitáveis.

Sejamos mais precisos. Entre uma guerra nuclear e a emergência climática há uma diferença crucial e um denominador comum. Eis a diferença: enquanto uma guerra nuclear é, hoje, um risco novamente crescente, a catástrofe decorrente das mudanças climáticas não representa um risco; representa uma certeza, mantidas as rivalidades entre as nações para tirar vantagens particulares do perigo comum, representado pela emergência climática. Como bem afirmou James Hansen em 2017, ao comparar o risco nuclear à certeza da catástrofe climática, “há muita discussão sobre a ascensão da China como potência militar. Bem, eles não vão bombardear seus clientes. A ameaça maior é a ameaça climática. É ela que pode destruir a civilização tal como a conhecemos”.¹¹⁴⁰

O que, por outro lado, guerras mundiais e colapso ambiental têm em comum é o fato de serem ambas o resultado do axioma da soberania nacional absoluta, uma ideologia de matriz mercantil-militarista sob o manto jurídico da qual as corporações permanecem inacessíveis às pressões sociais por uma governança global democrática. É preciso compreender que nesse jogo de rivalidades todas as sociedades perdem, salvo o complexo industrial-militar. Essa ideologia de competição e confronto numa situação de absoluta emergência planetária é de tal modo irracional, que ela nos remete à sempre citada frase de David Suzuki: “Estamos num carro gigantesco em vias de se chocar contra um muro, e todo o mundo continua discutindo sobre onde cada um vai se sentar”.¹¹⁴¹

10. Hesitações sobre a urgência de superar o capitalismo

“Não é um problema tecnológico ou científico, é uma questão de valores sociopolíticos das humanidades... Precisamos de um ponto de inflexão social que mude nosso pensamento antes de atingir um ponto de inflexão no sistema climático.”

Will Steffen

(2019)¹¹⁴²

Se, num acesso de otimismo, posso esperar que este livro tenha algum efeito sobre os leitores, que este seja o de contribuir para que se desfaçam da dupla ilusão de que o capitalismo:

1. tenha a intenção de enfrentar a emergência climática e demais crises socioambientais e
2. teria os meios de fazê-lo, caso tivesse essa intenção.

Pôr a nu essa ilusão da viabilidade ecológica de um sistema econômico globalizado e expansivo foi o objeto de um livro anterior.¹¹⁴³ Essa ilusão repousa, em última instância, numa visão antropocêntrica do mundo, a qual se assenta em três categorias mentais: (1) ela não aceita que haja limites para o nicho humano no planeta; (2) coloca o homem no vértice de uma biosfera, imaginada como uma pirâmide e (3) nesse vértice, nossa espécie desfrutaria, ademais, de uma posição de descontinuidade radical em relação ao concerto das demais espécies, o que lhe conferiria o direito a lhes reduzir à condição de “recurso” e a lhes negar o direito mesmo à simples existência e a de seus habitats. O antropocentrismo resulta, antes de mais nada, da simples ignorância do que a ciência ensina sobre a posição de nossa espécie no mundo. É também uma filosofia do direito que não nasce com a Idade Moderna, bem longe disso, mas que embasa e legitima o modo elementar de funcionamento inerentemente expansivo do sistema econômico a que damos em nossos dias o nome de capitalismo globalizado (nele incluídas as economias da China, da Rússia e demais países do antigo bloco socialista).

Do ponto de vista da percepção mais imediata do capitalismo globalizado, a ilusão de que o sistema que polui e destrói a biosfera e altera o sistema climático pode ser também o que os respeita e restaura constitui um obstáculo epistemológico, que tem impedido a compreensão da envergadura civilizacional das crises socioambientais. Um obstáculo epistemológico, no sentido da reflexão proposta por Gaston Bachelard há quase um século, não é algo que obsta a compreensão da realidade por uma qualquer deficiência de saber. Um obstáculo epistemológico nasce do peso de positividade do próprio saber herdado, que impede o conhecimento de sair de seu próprio sistema.¹¹⁴⁴ Empregaremos aqui a noção de obstáculo epistemológico numa acepção mais ampla, pois em Bachelard ela se restringia sobretudo à dinâmica interna do espírito científico. Mas um obstáculo epistemológico é também, sobretudo em nossos dias, o resultado de uma ideologia. Defino aqui ideologia como uma visão de mundo que, mais do que fazer vê-lo de certa maneira, impede que se o veja por outras lentes e perspectivas.

10.1 Em direção a uma civilização da pós-economia

Entre seus destinatários, *a priori* múltiplos e indeterminados, este livro, e em particular este capítulo, busca dialogar com todos os que ainda pensam que a esfera do econômico circunscreve as ambições e os limites de uma sociedade. Essa ideia não se restringe, claro, ao âmbito dos economistas. Ela é o que se pode chamar um lugar-comum, ou seja, uma ideia aceita

e compartilhada como um dado por um contingente fortemente majoritário da sociedade contemporânea. Mas se ela permeia a sociedade como um todo, os economistas, ou pelo menos a esmagadora maioria deles, são, por assim dizer, seus sacerdotes. Economistas que se pretendem ecologistas percebem em geral as crises socioambientais em que estamos naufragando como um problema pertencente por excelência à sua área de especialidade, o “reino” da economia. Seu diagnóstico da crise ambiental residiria no fato de que investimentos e consumo estão mal direcionados. Lidar com essas crises seria, em suma, uma tarefa de política econômica, de políticas públicas e de mercado. Uma boa gestão dos preços relativos, um correto manejo da regulamentação e, sobretudo, uma sábia distribuição de bônus e ônus, de estímulos via subsídios e desestímulos via taxação, conduziriam os mercados ao leito da sustentabilidade. Se a economia está doente e se os economistas são seus médicos, bastaria aplicar a medicação correta, com sua adequada posologia, para lhe restituir o estado de saúde. Seguida escrupulosamente a terapia, a economia entraria, cedo ou tarde, numa trajetória virtuosa e o resultado seria, ao fim e ao cabo, a Terra Prometida dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Essa ideologia sustenta-se na ideia de que a sociedade seria regida pelas “leis da economia”, leis de equilíbrio fiscal e de câmbio, de oferta e demanda, de inovação e crescimento da produtividade (sob pena de fracasso e sujeição ao “concorrente”, seja este uma empresa ou um Estado nação), leis, sobretudo, que não podem ser transgredidas sob pena de “retrocesso” e, no limite, de ruína do edifício social. Leis, enfim, relativamente invulneráveis às leis que regem o comportamento dos demais fenômenos não econômicos, já que a economia poderia crescer indefinidamente num mundo finito, bastando para tanto crescer “bem”, isto é, de modo “sustentável”.

Trata-se, como dito acima, definitivamente de uma ilusão. Serge Latouche, professor emérito de Ciências Econômicas na Université de Paris XI e do Institut d'études du développement économique et social (IEDES) de Paris, deu a um de seus livros, na realidade três entrevistas que funcionam como ensaios de autobiografia intelectual, um título sugestivo: *L'économie è una menzogna* (“A economia é uma mentira”).¹¹⁴⁵ Uma mentira, de fato. Em primeiro lugar, a atividade econômica não rege nada, mas é regida, como tudo o mais, pelas leis reais da natureza, isto é, da física, da química e da biologia. Em segundo lugar, a economia é um aspecto particular das relações sociais. Há algo de ridículo na obsessão dos economistas pela matemática, típica de um saber em eterna, e vã, busca de validação científica. Suas funções, equações e curvas de otimização marginal da atividade econômica nada têm de científicas, no sentido da objetividade almejada pelo conhecimento científico, mas apenas tentam legitimar uma atividade radicalmente orientada pelo interesse e pela ideologia do poder. Além disso, os economistas entendem a atividade econômica como uma máquina de crescimento em busca da uma fantasmática máxima rentabilidade marginal do investimento. Cegos às consequências dessa busca, eles acabam por converter a economia em uma atividade com máximo potencial espoliador nas relações entre os humanos e com máximo potencial destrutivo nas relações destes com o mundo. A economia nunca foi uma ciência, a não ser que se a considere como a “ciência triste”, a famosa *dismal science*, termo com que Thomas Carlyle a batizou para sempre. Embora a considerasse ainda uma “ciência social” (para o horror dos economistas de hoje), Carlyle escreveu, em seu fatídico artigo de 1849:¹¹⁴⁶

“Também a Ciência Social é maravilhosa – não é uma ‘ciência alegre’ (*gay science*), mas uma lamentável – que encontra o segredo desse universo na ‘oferta e demanda’ e reduz o dever dos governos humanos ao de deixar os homens entregues à sua sorte. Não é uma ‘ciência alegre’, devo dizer, como algumas de que ouvimos falar. Não. É uma ciência lúgubre, desolada e, de fato, bastante abjeta e perturbadora; poderíamos chamá-la, por eminência, a *triste Ciência*”.

A economia está hoje, em todo o caso, tão longe quanto possível de ser uma ciência, reduzida que foi a um conjunto de técnicas voltadas para o enriquecimento da minoria ao custo de um aumento vertiginoso da desigualdade. Não haverá economia “ótima” para ninguém, nem

mesmo para essa minoria, enquanto não se reconhecer que a esfera do econômico está subordinada à ecologia e às coordenadas mais gerais do sistema Terra e que todo o saber econômico tem que ser contestado e refundado a partir do respeito a essas coordenadas. Em caso contrário, a economia levará a humanidade aos próximos estágios do colapso socioambiental em curso. Como bem sublinha Edgar Morin:¹¹⁴⁷

“Há dois universos mentais, psicológicos e intelectuais, incapazes de se compreender. De um lado, o universo técnico-econômico, o dos dirigentes, que domina nossa sociedade e não vê o mundo senão através de cifras, crescimento, rentabilidade, competitividade, PIB... O outro universo vê a tragédia humana do planeta que se degrada, a necessidade de mudar totalmente de via, de abandonar esse liberalismo econômico pseudocientífico”.

Morin toca num ponto preciso: o caráter tóxico, autista e pseudocientífico do pensamento econômico dominante. A tentativa de William Nordhaus, representante laureado desse pensamento, de compatibilizar mudança climática e crescimento econômico, subordinando a primeira ao segundo,¹¹⁴⁸ é a prova de como o imperativo do crescimento econômico desfigura a inteligência. Agraciado com o Prêmio Nobel de economia em 2018, ele declarou aos estudantes que o homenageavam: “Não deixem ninguém os distrair de sua tarefa, que é o crescimento econômico”.¹¹⁴⁹ Assim, não causa surpresa essa passagem de seu livro *The Climate Casino. Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*, escrito em 2014 (sim, em 2014, o mesmo ano da parte final do Quinto Relatório do IPCC!):¹¹⁵⁰

“Nossa análise sugere que as políticas devem ter como objetivo limitar a temperatura em uma faixa entre 2°C e 3°C acima dos níveis pré-industriais (aqui considerada a temperatura de 1900), dependendo dos custos, das taxas de participação [dos países] e do desconto” [desconto = balanço entre custos e benefícios atuais vs. custos e benefícios futuros].

Sustentar que um aquecimento médio global entre 2°C e 3°C é aceitável em nome do crescimento econômico é a definição mesma de um falso saber. Falso, porque não há qualquer possibilidade de crescimento econômico num planeta cujas temperaturas médias globais tenham-se elevado a tais patamares. Falso também porque a ênfase de Nordhaus na incerteza no que se refere aos desdobramentos das mudanças climáticas, expressa ao longo do livro e já em seu título e subtítulo, revela um negacionismo mal disfarçado. O aquecimento global não é um cassino, não é um processo no qual o ônus de uns possa ser o bônus de outros. O aquecimento global, mantida sua atual trajetória, é o fim da habitabilidade do planeta para a nossa e inúmeras espécies, e não há, portanto, como afirma seu subtítulo: uma economia ou uma teoria econômica para um mundo em aquecimento (*Economics for a Warming World*). Mais que falso, o pensamento de Nordhaus é repugnante do ponto de vista moral: não se hipotecam as chances dos jovens em troca do suposto benefício de um crescimento atual do PIB. Falso e repugnante, sobretudo, porque Nordhaus e os seus partem da ridícula premissa antropocêntrica de que a relação homem – biosfera é, primariamente, uma relação econômica. A biosfera é um valor em si. É um valor absoluto. A biosfera não existe *para* a economia, não se dispõe para a atividade econômica como um meio se dispõe ao seu fim. Ela não é insumo, nem local de descarte de resíduos industriais, nem, enfim, uma “externalidade” que se possa internalizar através de sua precificação.

A biosfera é a condição estrutural de possibilidade de nossa existência. Desconhecer essa premissa é olhar o mundo de cabeça para baixo, é operar uma inversão de taxonomia, semelhante à inversão pré-copernicana: assim como o sol não gravita em torno da Terra, a biosfera não gravita em torno da economia. O contrário é verdadeiro. O *Homo sapiens* é, como as demais espécies, dependente do equilíbrio dos ecossistemas que o nutrem e da estabilidade do sistema climático que lhe permite viver neste planeta. Esse equilíbrio e essa estabilidade foram de há muito rompidos pelo sistema econômico expansivo global prevalecente, seja que este sistema tome o nome de capitalismo ou de socialismo “real”. Ignorar esse dado elementar

da ciência, como se permitem, por ganância e estupidez, os “cornucopianos”, continua sendo, em âmbito intelectual e moral, a causa primeira da catástrofe de nossos dias.

Como dito acima, o avanço do conhecimento, e não apenas do conhecimento especificamente científico, supõe, para superar seus obstáculos epistemológicos, um esforço imenso para conhecer, como afirma ainda Bachelard, “contra um conhecimento anterior” (*on connaît contre une connaissance antérieure*). Isso não significa aportar novas respostas à mesma questão, mas elaborar uma outra questão. Também a economia não avançará se continuar a avançar a enésima resposta à questão que a tem definido: a questão do crescimento. Ela precisa romper com sua herança, mudar de elemento e se compenetrar da única questão genuína que a justifica ética e epistemologicamente hoje: que economia pode ser compatível com a ecologia? Certamente, uma economia *radicalmente* diferente da atual. Essa incompatibilidade tem sido demonstrada pelos economistas da International Society for Ecological Economics (IEE), fundada em 1989 e que teve como presidentes Robert Costanza, Joan Martinez-Alier, Peter May, Clovis Cavalcanti, Sabine O’Hara, Bina Agarwal, entre outras e outros brilhantes economistas, com expressiva participação de economistas brasileiros. Uma economia fundada na ecologia é uma economia ideológica e epistemologicamente diversa da economia e de economistas que ainda se veem como gestores do capitalismo e de suas crises ambientais. Ela vem sendo desenvolvida desde os anos 1960 por ao menos três gerações de grandes economistas e pensadores da economia, que permaneceram não por acaso marginais no ensino universitário, entre os quais Ivan Illich, Kenneth Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen, Donella e Dennis Meadows, Jørgen Randers e William Behrens III, e mais recentemente Herman Daly, Serge Latouche, Gaël Giraud, Ida Kubiszewski, Kate Raworth, entre muitos outros. O interesse maior do pensamento de Latouche, além de sua notável contribuição a esse grande movimento de ideias e propostas que é o decrescimento, é sua ênfase na dificuldade, e sobretudo na urgente necessidade, de abandonar o imaginário econômico, isto é, a ideia segundo a qual a economia estaria no centro da atividade humana e estabeleceria, assim, os limites do socialmente possível:¹¹⁵¹

“Nosso imaginário é o imaginário econômico. Trata-se de algo de que não temos consciência, pois o naturalizamos completamente. (...) Toda a nossa realidade é apreendida através do prisma da economia. E é preciso bem perceber que se trata de algo extremamente recente. Nenhuma sociedade anterior foi uma sociedade *econômica*. (...) Será necessário começar a sair da economia, como no século XVIII saímos da religião”.

Em 1996, em um libelo que se tornou imediatamente um *best-seller* mundial, Viviane Forrester chamou esse imaginário *L’horreur économique* (1996): “Nossa sociedade se quer cada vez mais econômica, e nessa lógica não se nos oculta o fato de que nos tornamos a despesa supérflua”. (*Notre société se veut de plus en plus économique, et dans cette logique on ne nous cache pas que nous en sommes la dépense superflue*). Sair do imaginário econômico, do mundo criado por esse imaginário, significa atribuir valor não econômico à atividade humana, aí incluída, a própria atividade econômica. Não se trata, portanto, para Latouche, de “construir um capitalismo ecocompatível. É preciso sair de fato do sistema, a radicalidade é fundamental”.¹¹⁵² E a radicalidade é, aqui, a ideia, já sugerida pelo estudioso francês, de que precisamos de uma civilização da pós-economia. Como bem afirma outro economista de grande lucidez, Alberto Acosta:¹¹⁵³

“Precisamos pensar em uma pós-economia que não seja entendida como mais uma entre as tantas escolas econômicas, e sim como uma tentativa genuína de superá-las, reunindo o que possa ser útil para assegurar a vida em harmonia entre os seres humanos, e deles com a natureza. Essa pós-economia deve abandonar o antropocentrismo. (...) A pós-economia não é uma antieconomia. Na verdade, a pós-economia reconhece que as sociedades, como qualquer formação social, precisam de produção, distribuição, circulação e consumo para reproduzir sua vida material e sociopolítica. No entanto, esses processos devem ser regulados por uma racionalidade socioecológica, e não pelo capital, que afoga o planeta em seu próprio lixo”.

Não se trata, portanto, de desqualificar o saber dos economistas. Mas ele não pode mais se arrogar a posição de saber diretriz no âmbito de um mundo que o transcende. Não estamos ainda no mundo da pós-economia, mas já adentramos há tempos o mundo da não economia, no sentido de uma atividade econômica que destrói mais valor, inclusive econômico, do que o cria. Estamos no mundo do que Herman Daly chamou apropriadamente de crescimento não econômico (*uneconomic growth*):¹¹⁵⁴

“Penso que o crescimento econômico já terminou no sentido de que o crescimento que continua agora é antieconômico; custa mais do que vale na margem e nos torna mais pobres em vez de mais ricos. Ainda chamamos isso de crescimento econômico, ou simplesmente “crescimento” na crença confusa de que o crescimento deve ser sempre econômico. Afirmo que atingimos o limite econômico do crescimento, mas não sabemos disso, e desesperadamente escondemos o fato por meio de uma contabilidade nacional defeituosa, porque o crescimento é nosso ídolo e parar de cultuá-lo é um anátema. (...) Penso que atingimos os limites do crescimento nos últimos quarenta anos”.

Posto que esse texto foi publicado há 10 anos, podemos dizer, hoje, que atingimos os limites do crescimento há meio século. Quer os economistas saibam (e desejem saber) ou não, estamos hoje em pleno nesse mundo da não economia e nele, como afirma Gaël Giraud, economista chefe da Agence Française de Développement (AFD), “em geral, os economistas, entre os quais me incluo, são antes o problema que a solução”.¹¹⁵⁵

10.2 As hesitações da comunidade científica

Outros interlocutores possíveis deste livro, na realidade bem melhor posicionados que os economistas para este diálogo, são os cientistas. Ao contrário dos economistas, ainda presos, como Narciso à sua imagem, às discussões sobre a gestão do “desenvolvimento sustentável”, os cientistas detêm de fato diagnósticos e soluções preciosas para evitar ou atenuar o desastre. Nesse sentido, só pode haver hoje governança digna desse nome se os limites da economia forem pautados pela ciência e pela ética da democracia.

A importância da tecnologia

Nessa aliança estratégica entre ciência e democracia, a tecnologia é mais que nunca necessária. Sem tecnologia, não se poderá acelerar a transição energética para fora dos combustíveis fósseis. Mas não se trata, por outro lado, de delegar à tecnologia a mudança necessária. A envergadura do desafio é civilizacional ou mesmo espiritual, na medida em que supõe uma redefinição da posição da espécie humana na biosfera, o que supõe uma radical mudança da ideia que nossa espécie se faz de si mesma, de suas necessidades e de seus limites. Não se muda de civilização apenas trocando um automóvel a combustão por um automóvel elétrico, ou uma usina termelétrica por um parque fotovoltaico ou eólico. Não se muda de civilização trocando A por B, mesmo que B seja melhor que A. Menos ainda sequestrando carbono ou gerenciando a radiação solar, falsas soluções tecnocráticas que têm todas as chances de apenas piorar o problema. Tal mudança supõe um senso de autocontenção e, portanto, de algum modo, uma renúncia à ilusão de um poder crescente do homem sobre o não humano. Isso se aplica antes de mais nada às expectativas de consumo energético, de bens e de um regime alimentar globalizado e insustentável. Substituir os combustíveis fósseis por energias renováveis de baixo carbono é algo urgentemente necessário. Mas essas energias não são a panaceia universal de que tanto se fala. Apenas a título de exemplo, segundo Dominique Guyonnet, do Bureau de recherche géologique et minière (BRGM), na França, “para fornecer um Kw/h de energia elétrica por meio de uma eólica terrestre são necessárias cerca de 10 vezes mais concreto armado e aço e 20 vezes mais cobre e alumínio que uma usina termelétrica movida a carvão”.¹¹⁵⁶ Estudos

sobre a transição energética em escala global, em conformidade com os compromissos assumidos desde o Acordo de Paris, avaliam que:¹¹⁵⁷

“Para turbinas eólicas, a demanda anual de material aumentará de 2 a 15 vezes, dependendo do material e do cenário. Espera-se um aumento significativo da demanda tanto para materiais estruturais – concreto, aço, plástico, vidro, alumínio, cromo, cobre, ferro, manganês, molibdênio, níquel e zinco – quanto para materiais específicos de tecnologia, como elementos de terras raras e metais menores”.

Como se não bastasse, assume-se que o tempo de vida útil de uma eólica terrestre pode ser em média de 25 anos, o que supõe problemas de reciclagem desses materiais já para a próxima década. Não se deve esquecer, como discutido no capítulo 4 (seção 4.3 A escalada das emissões de GEE e a baixa confiabilidade dos inventários nacionais), que a energia hidrelétrica baseada em grandes represamentos não é nem renovável, nem de baixo carbono, haja vista o assoreamento dos reservatórios e suas enormes emissões de metano, isso para não falar em seus imensos impactos socioambientais.

Precisamos mais do que nunca, portanto, de saltos tecnológicos sem precedentes. Mas não de saltos baseados ainda na pretensão de que é possível manter o nível de dispêndio energético facultado pelos combustíveis fósseis, e sim de saltos tecnológicos capazes de nos trazer de volta, com os menores percalços possíveis, a um mundo ecologicamente viável. Isso supõe, é claro, minimizar o uso de materiais na geração de energia descarbonizada, tanto mais porque a energia requerida para a extração desses materiais será ainda fornecida em grande parte por combustíveis fósseis. Mas supõe, sobretudo, minimizar a interferência antrópica no sistema Terra, que a própria tecnologia vem, por outro lado, magnificando. Pois a tecnologia orientou-se até agora fundamentalmente no sentido de aumentar a potência energética da sociedade, sem levar em conta as consequências dessa potenciação para o clima, a biodiversidade, a poluição, em suma, para a habitabilidade do planeta.

O receio da acusação de alarmismo

Em seu afã de alertar a sociedade sobre as tempestades ecológicas que se adensam sobre nós, a comunidade científica, ou ao menos grande parte dela, tem dificuldade de superar um duplo obstáculo epistemológico. O primeiro deles é o receio de passar por alarmistas. O segundo é sua crença de que o sistema político está reagindo positivamente (ou ao menos poderia reagir) aos seus alertas. Examinemo-los separadamente, começando pela análise desse receio. Diante da incerteza inerente a toda projeção sobre as dinâmicas do sistema Terra, muitos cientistas (e sobretudo seus coletivos, como o IPCC) tendem a colocar em surdina ou a dar menor relevo a cenários extremos, resultantes de dinâmicas não lineares, de mudanças bruscas no sistema climático ou no estado da biosfera, sob a alegação de que esses cenários são menos prováveis. Isso se deve, é claro, à ojeriza que os cientistas têm de errar numa cultura da caça ao erro como método, característica da ciência. Mas se deve, sobretudo, ao temor de fornecerem munição à imprensa corporativa e aos negacionistas, que poderiam desmoralizá-los se o pior não se verificar. É compreensível esse temor numa era, como a nossa, de contestação frontal e generalizada do conhecimento científico e da expertise. Mas ciência trata justamente da diminuição da incerteza e os cientistas precisam lidar publicamente e sem incertezas com a incerteza.¹¹⁵⁸ Sentindo-se vulneráveis a esse medo de errar e aos seus detratores, e já que não se pode excluir o erro nas projeções sobre o comportamento futuro do sistema Terra num certo horizonte de tempo, os cientistas tendem a optar por prognósticos excessivamente cautelosos, típicos do que James Hansen chamou de “reticência científica” em um trabalho de 2007 cujas projeções sobre o ritmo acelerado da elevação do nível do mar vêm, de resto, se confirmando.¹¹⁵⁹

“A cautela, se não a reticência, tem seus méritos. No entanto, em um caso como a instabilidade do manto de gelo e a elevação do nível do mar, existe o perigo de cautela excessiva. Podemos nos arrepender da reticência, se ela servir a nos condenar a desastres futuros. (...) Reticência está bem para o IPCC. E os cientistas, individualmente, podem optar por ficar em uma zona de conforto, sem precisar se preocupar se dizem algo que se mostra ligeiramente errado. Mas talvez devêssemos também considerar nosso legado de uma perspectiva mais ampla. Não sabemos o suficiente para dizer mais?”

E tanto neste artigo quando em sua obra máxima de divulgação de 2009, *Tempestades sobre meus netos*, Hansen resumiu magistralmente esse temor, associando duas imagens originadas em Esopo e Tácito numa frase cuja tradução requer uma paráfrase: “*Scientists’ fear of ‘crying wolf’ is more immediate than their fear of ‘fiddling while Rome burns’*”,¹¹⁶⁰ ou seja, os cientistas temem mais imediatamente a acusação de gritar “o lobo está chegando”, sem que ele de fato esteja, do que temem “tocar lira enquanto Roma queima”.

A mesma tendência foi detectada por Keynyn Brysse e colegas num artigo histórico publicado há quase 10 anos:¹¹⁶¹

“As evidências disponíveis sugerem que os cientistas têm sido de fato conservadores em suas projeções dos impactos das mudanças climáticas. Em particular, discutimos estudos recentes que mostram que pelo menos algumas das principais características do aquecimento global devido ao aumento dos GEE atmosféricos foram subestimadas, particularmente nas avaliações da ciência física pelo Grupo de Trabalho I do IPCC. (...) Sugerimos, portanto, que os cientistas são tendenciosos, não do lado do alarmismo, mas, ao contrário, do lado de estimativas cautelosas, onde definimos cautela como errar do lado de previsões menos alarmantes. Chamamos essa tendência de ‘errar pelo lado do menor drama’”.

Processos como o ritmo do degelo da Groenlândia e da Antártida, do degelo marinho no Ártico, da elevação do nível do mar, da liberação de GEE do permafrost, entre outros, vêm-se mostrando consistentes com os *worst-case scenarios* do IPCC (em geral, categorizados com o qualificativo: “baixa confiabilidade”), isso quando não se mostram ainda piores do que os piores prognósticos. E, no entanto, esse temor quase sagrado da acusação de alarmismo persiste e renova-se agora na preocupação de certos climatologistas de minimizar a importância dos resultados extremos dos novos modelos climáticos que apontam para a possibilidade de aquecimentos ainda mais extremos e/ou mais precoces dos que os indicados nos modelos anteriores. Essa preocupação se evidencia num trabalho recente assinado por Zeke Hausfather e colegas:¹¹⁶²

“Cuidado, usuários: um subconjunto da geração mais recente de modelos é ‘quente demais’ e projeta o aquecimento climático em resposta às emissões de CO₂ que podem ser maiores do que as apoiadas por outras evidências. Alguns modelos sugerem que dobrar as concentrações atmosféricas de CO₂ em relação aos níveis pré-industriais resultará em aquecimento acima de 5°C, por exemplo. Este não era o caso nas gerações anteriores de modelos mais simples”.

“A última coisa que queremos agora é dizer a todos que teremos muito mais aquecimento do que o provável”, declarou à imprensa Zeke Hausfather, do Breakthrough Institute.¹¹⁶³ Errado, e esse erro é nefasto. Ele é defensivo e faz o jogo dos negacionistas. Ocorre que estes não deixarão de atacar a ciência, quaisquer que sejam as projeções dos modelos, mesmo as mais otimistas. É preciso entender de uma vez por todas que negacionistas não são interlocutores e muito menos juízes da ciência. Com raríssimas e decrescentes exceções, eles são apenas “mercadores de dúvidas”, como Naomi Oreskes e Erik Conway¹¹⁶⁴ os batizaram para sempre, ou seja, indivíduos inescrupulosos a soldo de interesses econômicos. Não há interlocução racional possível com o negacionismo climático e outros, pois este não se move no campo das ideias, dos dados e da argumentação. A única relação possível com o negacionismo é o desprezo e, eventualmente, o enfrentamento nos níveis educacional, político e judicial.¹¹⁶⁵

Nefasto também por outra razão, muito mais grave. O compromisso ético dos cientistas não é com os negacionistas e/ou com os governantes (frequentemente os dois termos são sinônimos), mas com os homens e mulheres, sobretudo os mais jovens, que *têm o direito* de tomar ciência das ameaças existenciais que pesam sobre eles num futuro já discernível. Não importa se os cenários mais extremos são menos prováveis. Pois se o improvável vier a se verificar, os cientistas serão desmoralizados e acusados – aí sim, justamente! – de irresponsabilidade, por terem faltado ao seu dever de advertir a todos de que o pior não podia ser excluído. Em meu entender, a mensagem central de Zeke Hausfather, como cientista do clima, deveria ser justamente o oposto do que disse. Deveria ser: “A última coisa que queremos agora é dizer a todos que um aquecimento ainda mais catastrófico do que o previsto, ainda que menos provável, é menos digno de preocupação”. Pois aqui não interessa o jogo das probabilidades. É o menos provável que deve preocupar os cientistas e todos nós, pois, caso aconteça, estaremos diante do irremediável. É a possibilidade de um alto impacto, não sua baixa probabilidade, que deve servir de guia à ação. É preciso, em suma, agir em função da pior hipótese, pois é ela que decidirá de nossas chances de sobrevivência.¹¹⁶⁶

Isso posto, essa discussão tende a ser sempre menos momentosa pois mesmo os cenários mais prováveis e menos extremos previstos pelos modelos são já suficientemente catastróficos. De resto, não precisamos temer um aquecimento médio global de 5°C acima do período pré-industrial até 2100, como indicam alguns dos mais de 50 modelos da 6ª fase do Coupled Model Intercomparison Project (CMIP6), rodados e comparados pelo World Climate Research Programme, pois o modo elementar de funcionamento de nossas sociedades – a começar por quebras sucessivas de safras – tenderá a se inviabilizar já a partir de um aquecimento superior a 2°C.

O outro obstáculo epistemológico: as relações entre ciência e política

A comunidade científica é confrontada, além disso, a um segundo tipo de obstáculo epistemológico. Trata-se de sua compreensão da natureza das relações entre ciência e política. Não se trata aqui de generalizar, mas é preciso admitir que uma maioria expressiva dos cientistas persiste ainda em acreditar que as evidências científicas sobre a insustentabilidade do sistema econômico vigente, bem como as soluções propostas pelos cientistas com bases nessas evidências, podem influenciar de modo significativo os centros de decisão política e econômica.

A tenacidade dessa crença é compreensível de um ponto de vista psicológico. Afinal, é razoável imaginar que o que motivou os cientistas a se tornarem cientistas foi a convicção iluminista de que o saber deve primar não apenas sobre a ignorância, mas também sobre o interesse. Deve, como dito acima, guiar a ação. Deve, de fato. O problema é que, sempre que contrariar interesses econômicos e políticos, o saber científico não é levado em conta pelos governantes e pelas corporações que governam estes últimos. Nunca foi e nunca o será. Mas muitos cientistas resistem em se compenetrar desse fato. Confiantes na racionalidade de suas propostas, eles aguardam na sala de espera o chamado dos *policymakers*, tal como o agrimensor “K” espera o chamado do conde em *O Castelo* de Kafka. O que têm a ensinar aos governantes é, insista-se, mais que nunca fundamental. Eles mostram que o presente decênio é decisivo. O problema é que os destinatários dos relatórios científicos desconsideram seus resumos e seus “*key findings*”, se é que os leem. Claudia Tebaldi, do Lawrence Berkeley National Laboratory, afirma que os governantes anseiam por recomendações científicas baseadas em prazos.¹¹⁶⁷ Espero estar errado, mas me parece inverossímil que, com exceção de Angela Merkel, dotada de sólida cultura científica, qualquer dos governantes do G20 tenha jamais lido um “Sumário para os governantes” dos Relatórios de Avaliação do IPCC e do IPBES, entre outros. E se os demais os leram, isso é ainda mais grave, porque continuaram a cometer seus crimes contra o sistema

climático e contra a biosfera em plena consciência de causa. Na realidade, os aplausos palacianos à sustentabilidade pontuam suas políticas inalteradas de devastação. Com exceção do sempre citado Protocolo de Montreal, de 1987, nenhuma das resoluções contidas nos Acordos e Convenções internacionais sobre o meio ambiente nos últimos 35 anos foi posta em prática pelos governantes.

Os cientistas são, de resto, os primeiros a constatar essa inação. O editorial da revista *Nature*, de dezembro de 2021, citado em epígrafe, reafirma a projeção segundo a qual estamos numa trajetória catastrófica de aquecimento acima, ou muito acima, de 2°C em relação ao período pré-industrial.¹¹⁶⁸ Dada a probabilidade ínfima ou nula de que os governos nacionais se afastem dessa trajetória, não surpreende que a maioria dos cientistas participantes do Sexto Relatório do IPCC permaneça cética quanto à ação desses governos. Indagados por uma pesquisa proposta pela revista *Nature* em 2021, 82% deles consideram que, ainda durante seu período de vida, o planeta sofrerá impactos catastróficos das mudanças climáticas. Além disso, cerca de 60% deles pensa que o aquecimento médio global será de no mínimo 3°C ao longo deste século em relação ao período pré-industrial.¹¹⁶⁹ Muitos são os cientistas que se exprimem a respeito. Terry Hughes, grande conhecedor da Grande Barreira dos Corais, não hesita em afirmar que “o ponto de inflexão (*tipping point*) para o branqueamento dos corais já foi ultrapassado. Há décadas, cientistas e ecologistas, como eu, alertam sobre o aquecimento global e é frustrante não termos sido ouvidos”. E Johan Rockström emenda: “Há uma razão real para nos sentirmos frustrados, porque a ciência é clara, tem sido comunicada nos últimos 30 anos, e ainda não estamos avançando na direção certa”.¹¹⁷⁰ E, no entanto, por mais que constatem a inação, por mais que essa constatação possa frustrá-los e mesmo indigná-los, cientistas muito representativos de sua comunidade hesitam em dar o único passo lógico possível diante desse muro das lamentações: ajudar a derrubá-lo. Derrubá-lo supõe engajar-se resolutamente, como cientistas e como cidadãos, ao lado dos que lutam por uma civilização da sobrevivência.

Grassa ainda em muitos, no entanto, uma curiosa profissão de fé na capacidade dos poderes e paradigmas vigentes de se autossuperar à força de relatórios científicos... Robert Watson é um dos cientistas mais eminentes de nosso tempo, tendo ocupado posições de liderança na NASA, no IPCC (WG II), na OMM, no PNUMA e no IPBES, entre outros grandes coletivos científicos. Indagado em 2019 se acreditava que os banqueiros e os Ministros das Finanças estavam sensibilizados com a crise global da biodiversidade, ele foi peremptório: “Sim, sem dúvida alguma”. Entre os sintomas disso, segundo ele, estava o fato de que o World Economic Forum tinha “se comprometido a escrever um ótimo relatório sobre o financiamento e a evolução do sistema econômico, de modo a assegurar que possamos conservar, proteger e restaurar a biodiversidade. Parece, assim, haver nesse sentido um interesse muito forte do setor financeiro e da comunidade corporativa em geral”.¹¹⁷¹ A ilusão é flagrante. Como visto na Introdução, Watson é o primeiro a exclamar: “o tempo para a ação era ontem ou anteontem”. E, no entanto, afirma na mesma entrevista:¹¹⁷²

“Não estou dizendo que devemos nos livrar do capitalismo, definitivamente não. Não estou dizendo que devemos nos livrar do PIB como uma medida de crescimento econômico. Mas precisamos complementar o PIB. Embora seja uma medida de crescimento econômico, não é uma medida de crescimento econômico sustentável”.

Robert Watson continua acreditando que o capitalismo é uma forma de organização social essencialmente benigna e, em todo o caso, não necessariamente antagônica ao seu clamor pela integridade da biosfera. Resiste em compreender que a expressão “crescimento econômico sustentável” designa uma contradição nos termos, como vem demonstrando um número crescente de economistas.¹¹⁷³ Resiste, enfim, a criticar um indicador completamente tóxico como o PIB. Contabilizar quanta “riqueza” produzimos em bens e serviços, independentemente das consequências nefastas da forma como essa riqueza é gerada, é de há muito uma operação

frontalmente contrária à finalidade primeira da atividade econômica: o bem-estar e a segurança material das sociedades.

Johan Rockström é outro representante ilustre de sua comunidade, tendo desempenhado funções tais como diretor do Stockholm Environment Institute e do Stockholm Resilience Centre, além de ser atualmente diretor do conselho da EAT Foundation e diretor associado do Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Suas declarações à imprensa revelam, contudo, a mesma crença na ideia de que os que comandam a economia da destruição podem ser aliados estratégicos na elaboração e execução de uma política de conservação:¹¹⁷⁴

“Precisamos de todas as forças. Os amantes das árvores (*tree-huggers*) e os ativistas de fronteira são muito importantes, mas eles não podem derrubar tudo sozinhos. Também precisamos dos banqueiros e executivos. Por quê? Porque temos apenas 10 anos para cortar as emissões pela metade. Não podemos mudar o modelo econômico em 10 anos.”

Sim, precisamos de todos. Por certo, mudar o modelo econômico em 10 anos é um desafio sem precedentes para a humanidade, e para enfrentá-lo precisaríamos como nunca dos banqueiros e dos executivos das grandes corporações. O problema é que eles não precisam de nós. As sociedades, suas demandas por diminuição das desigualdades, pela conservação das florestas, pela transição energética e mesmo sua sobrevivência, não estão incluídas em seus planos. O dinheiro não segue os discursos corporativos. E nem poderia, sob pena de suicídio corporativo, numa sociedade da competição e do crescimento. Nem poderia também por outra razão: oito das 11 maiores corporações do mundo por receita, segundo a lista das 500 maiores da *Fortune Global* de 2020, são indústrias de combustíveis fósseis ou umbilicalmente ligadas a elas, como mostra a Tabela 10.1.

Tabela 10.1. Lista das 11 maiores corporações do mundo por receita em 2020 (em bilhões)

| Corporações | Receita em 2020 (números redondos) |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Walmart | 523 |
| 2. Sinopec | 407 |
| 3. State Grid | 384 |
| 4. China National Petroleum | 379 |
| 5. Royal Dutch Shell | 352 |
| 6. Saudi Aramco | 330 |
| 7. Volkswagen | 283 |
| 8. British Petroleum | 283 |
| 9. Amazon | 280 |
| 10. Toyota Motor | 275 |
| 11. Exxon Mobil | 265 |

Fonte: Fortune Global 500 list of the year 2020 <<https://fortune.com/global500/2020/search/>>

Observação: Em **negrito**, as corporações direta ou indiretamente ligadas à indústria de combustíveis fósseis.

As receitas dessas oito maiores corporações privadas e estatais somam US\$ 2,6 trilhões. Se fossem um país, elas seriam o 5º PIB do mundo, após os dos EUA, China, Japão e Alemanha. Além disso, das vinte maiores corporações do mundo, também por receitas, seis estão associadas ao *Big Food*,¹¹⁷⁵ grande responsável pela aniquilação da biosfera e pela intoxicação dos organismos por agrotóxicos. Tudo empalidece, contudo, diante do poder dos grandes *asset managers* ou gestores de fundos de investimento – BlackRock, Vanguard e State Street –, que administram em conjunto mais de US\$ 21 trilhões, um valor equivalente ao PIB dos EUA. Como visto no capítulo 9 (seção 9.5 O nacionalismo e o aumento das despesas militares no século XXI), esses famosos *Big Three* estão entre os maiores canalizadores de recursos para a indústria armamentista e para o comércio de armas do mundo. São também os maiores investidores nas empresas que administram as prisões privatizadas e os centros de detenção de imigrantes nos

EUA. Para eles, guerras, prisões, aquecimento global e desmatamento são parte de seus negócios. Enquanto lançam declarações pungentes sobre a necessidade de transição energética,¹¹⁷⁶ os *Big Three* administravam em conjunto, em 2019, um *portfolio* de investimentos da ordem de US\$ 300 bilhões em combustíveis fósseis, com recursos da poupança da sociedade. Além disso, entre 2015 e 2019, a BlackRock e a Vanguard opuseram-se a mais de 80% das moções dos acionistas das corporações de combustíveis fósseis relacionadas à emergência climática.¹¹⁷⁷ Os *Big Three* são também os proprietários diretos, em conjunto, de 27% das ações da Chevron, da ExxonMobil e da ConocoPhillips, e de 30% de gigantes do sistema alimentar globalizado, como a Archer-Daniels-Midland, o que faz deles os maiores acionistas nos dois setores industriais mais fortemente responsáveis pelas emissões de GEE.

Não é preciso um raciocínio complexo para entender que essas corporações não vão contribuir para mudar o atual modelo econômico baseado em energias fósseis e em destruição das florestas. Basta olhar onde estão seus ativos e seus atuais planos de investimento. Basta lembrar que, desde o Acordo de Paris [2016-2021], como já visto no capítulo 4 (seção 4.2 O setor financeiro e os Estados-Corporações), os 60 maiores bancos do mundo financiaram a indústria de combustíveis fósseis com recursos no valor de US\$ 4,6 trilhões.¹¹⁷⁸ Três dias após a publicação do Sexto Relatório do IPCC, com suas alarmantes informações sobre a necessidade de abandonar imediatamente os combustíveis fósseis, a Reclaim Finance publicou sua denúncia de que 12 bancos emprestaram US\$ 8 bilhões de dólares à TotalEnergies em apoio às suas novas operações em Moçambique, Uganda, Tanzânia e Austrália.¹¹⁷⁹ Essas análises e esses dados, entre tantos outros, são amplamente divulgados. É inverossímil que um cientista da envergadura de Johan Rockström os desconheça, de modo que sua crença de que “banqueiros e executivos” possam se aliar à luta pela descarbonização e pela mudança estrutural da economia em 10 anos é um típico obstáculo epistemológico.

No que se refere à mudança do modelo econômico especificamente para a Amazônia, o problema é o mesmo. “Apenas 87 corporações com sede em 30 países dominam a cadeia produtiva do agronegócio em todo o planeta”.¹¹⁸⁰ É completamente irrealista propor um modelo econômico não destrutivo para a Amazônia sem a total desmontagem dessa coalizão do desmatamento que envolve proprietários de grandes fazendas e frigoríficos, bancos, megacorporações da agroquímica, as cinco companhias de *trading* de *commodities* agropecuárias (ABCD e Cofco, controladoras de mais de 70% desse comércio mundial) e os *asset managers* que administram os fundos de investimentos globais. Esse complexo de corporações privadas e estatais é o responsável direto pela destruição em curso da biosfera. E, no entanto, mesmo cientistas entre os mais argutos e experientes nas pesquisas sobre a Amazônia imaginam que suas propostas para conciliar a economia e a floresta podem frutificar apenas sobre a base de sua maior racionalidade. A proposta capitaneada por Carlos Nobre, um dos mais renomados cientistas da Amazônia, de um novo modelo de biodesenvolvimento da região tem suscitado um compreensível entusiasmo entre cientistas e economistas, dado que esse modelo seria capaz de trazer prosperidade para a região, mantendo a floresta de pé. “A **região Amazônica** oferece a possibilidade de implantar um modelo que nenhum país do mundo ainda implantou: uma **revolução industrial** baseada no **aproveitamento da biodiversidade** de um país tropical”, afirma Carlos Nobre em uma entrevista publicada na revista do Instituto Humanitas Unisinos (IHU), em 2019. E continua:¹¹⁸¹

“Este é um sistema que casa muito bem com a agricultura familiar, porque todo o modelo que nós estamos propondo vai na direção de criar um modelo de classe média para o Brasil. Logo, não é um modelo de grandes propriedades rurais que teriam um único dono ou grandes grupos industriais ou grupo econômico ou bancos que dominam propriedades gigantescas de dezenas de milhares de hectares, porque esse é um modelo que naturalmente está associado com a concentração; nosso modelo visa a inclusão social de toda a população rural”.

A proposta é, por certo, extremamente importante. Mas será que ela já conta com o aval dos “grandes grupos industriais ou grupo econômico ou bancos que dominam propriedades gigantescas de dezenas de milhares de hectares”? Causa perplexidade que cientistas e economistas envolvidos nesse projeto imaginem um modelo alternativo de desenvolvimento socioeconômico para a Amazônia sem levar em conta que seu êxito depende da garantia política de integridade das reservas e dos territórios indígenas, de um salto de escala no aumento dessas reservas e desses territórios, de investimentos vultosos em restauração dos biomas já destruídos e, acima de tudo, de uma reforma agrária popular capaz de instaurar uma nova estrutura da propriedade fundiária, baseada na “inclusão social de toda a população rural”. Sem levar em conta, em uma palavra, que essa proposta é incompatível com o modelo capitalista globalizado no qual a estrutura econômica e política do Brasil está profundamente inserida.

É paradoxal: os cientistas, esses profissionais altamente qualificados e treinados no rigor do pensamento lastreado em evidências, não enxergam a evidência mais elementar de que os governos e o sistema econômico global não têm a intenção – e nem a capacidade estrutural – de alterar sua trajetória, malgrado mais de meio século de dados e alertas científicos. É passada a hora da comunidade científica e da Universidade *como um todo* entenderem que só alternativas sociopolíticas sistêmicas de organização da sociedade têm alguma chance de reverter a curva das emissões de GEE, deter a destruição das florestas e demais biomas e diminuir em caráter de máxima urgência a intoxicação pandêmica dos organismos gerada pela poluição químico-industrial.

A agenda dos governantes e da engrenagem econômica global está traçada. Segundo essa agenda, à Universidade cabe incrementar a potência produtiva e a melhor rentabilidade econômica. Essa agenda nunca incluiu – e nem poderia incluir – uma economia respeitosa da biosfera e uma redução das emissões de GEE conforme os compromissos assumidos em 1992 na Convenção da Diversidade Biológica e na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas. Como lembram alguns cientistas descrentes dos discursos oficiais, tais como David Victor e colegas, em 2017:¹¹⁸²

“Nenhum grande país de industrialização avançada está a caminho de cumprir suas promessas de controlar as emissões de gases de efeito estufa que causam as mudanças climáticas. O pensamento positivo e a bravata estão eclipsando a realidade. (...) Os governos nacionais estão fazendo promessas que são incapazes de honrar”.

Sim, são incapazes, pois honrá-las requereria uma governança global e o controle democrático dos investimentos estratégicos em energia, alimentação, mobilidade etc. Mas, sobretudo, não têm a intenção de honrá-las. Xi Jinping declarou recentemente que a China deve “atingir gradualmente” seu pico de energia baseada em combustíveis fósseis, “baseada na realidade nacional de que o carvão é seu recurso energético dominante”.¹¹⁸³ Outros governantes, como os do Reino Unido, mais sujeitos às pressões internas e externas, precisam mentir. Peter Wadhams, da University of Cambridge, grande especialista do Ártico, reforça essa percepção no que se refere às promessas do governo britânico: “O governo pode afirmar seu compromisso de que em 30 anos reduzirá nossas emissões de CO₂ em 80%. Ele pode citar o número que quiser nesse compromisso, porque não tem intenção de cumpri-lo.”¹¹⁸⁴ De um modo geral, as estimativas publicadas pelo relatório *Production Gap 2019* confirmam as reais intenções governamentais:¹¹⁸⁵

“Os governos têm projetos para a produção de cerca de 50% mais combustíveis fósseis até 2030 do que seria consistente com uma trajetória de aquecimento de 2°C e 120% mais do que seria consistente com uma trajetória de aquecimento de 1,5°C. (...) A expansão contínua de produção de combustíveis fósseis – e a ampliação do descompasso entre a produção global e sua necessária redução – é sustentada por uma combinação entre ambiciosos planos nacionais, subsídios governamentais aos produtores e outras formas de financiamento público”.

O relatório mostra também a longa vida do carvão: “Até 2030, os países planejam produzir 150% (5,2 bilhões de toneladas) mais carvão do que seria consistente com uma trajetória de aquecimento de 2°C e 280% (6,4 bilhões de toneladas) a mais do que seria consistente com uma trajetória de aquecimento de 1,5°C”.¹¹⁸⁶ O carvão ainda é responsável por 40% da energia elétrica na Alemanha, que decidiu descontinuar suas termelétricas a carvão em... 2038!, malgrado quase três quartos da população alemã se mostrar favorável a uma meta muito mais ambiciosa.¹¹⁸⁷ Em junho de 2020, Fatih Birol, diretor executivo da Agência Internacional de Energia (AIE), afirmou: “Os próximos três anos determinarão o curso dos próximos 30 anos e além. Se não agirmos agora, veremos seguramente um repique das emissões. E se esse repique ocorrer, torna-se muito difícil ver como as emissões serão reduzidas no futuro”.¹¹⁸⁸ Em 2021, com a pandemia ainda fora de controle, as emissões terão o maior repique dos últimos dez anos. “Isso é chocante e muito perturbador”, exclama Birol: “De um lado, os governos hoje afirmam que as mudanças climáticas são sua prioridade. Mas, de outro, estamos vendo o segundo maior aumento das emissões [de CO₂] da história. É, de fato, decepcionante”.¹¹⁸⁹ Segundo a AIE, as medidas anunciadas pelos governos até julho de 2021 para a recuperação econômica pós-pandemia resultarão, se implementadas, “em recordes de emissões de CO₂ em 2023, as quais continuarão a aumentar em seguida”.¹¹⁹⁰

Diante disso, até quando a comunidade científica e a Universidade em geral se resignarão à função que lhes é reservada nesse sistema, qual seja a de escrever *papers* e relatórios sobre as catástrofes em curso? Cada um deles será mais alarmante que o precedente, agitará a imprensa por um momento e renovará os mesmos contos de fadas governamentais e corporativos sobre o avanço gradual em direção ao “desenvolvimento sustentável”. No âmbito do sistema socioeconômico vigente, nos limites do capitalismo globalizado, a tarefa da comunidade científica e das instituições de pesquisa e ensino não é diversa das que consomem os supliciados do Tártaro. Isso é sabido. O que resta saber é por quanto tempo tantos ainda se resignarão ao suplício.

10.3 O engajamento político necessário

Desviar-nos da trajetória atual só será possível se e quando o consenso social se alinhar ao consenso científico. Essa possibilidade depende de muitas variáveis, mas uma delas, e não das menos importantes, é o engajamento político dos cientistas em suas próprias associações, mas também nas ruas, nos partidos, nas organizações de resistência da sociedade civil, bem como na tradição dos movimentos de desobediência civil pacífica. Desde 1849, em seu *On the Duty of Civil Disobedience*, Henry David Thoreau, revoltado contra a escravidão e contra a guerra de agressão ao México (1846-1848), mas também contra a destruição da natureza, proclamava esse direito e mesmo esse dever à desobediência civil: “Todos os homens reconhecem o direito à revolução, isto é, o direito de recusar fidelidade e resistir ao governo, quando sua tirania ou sua ineficiência são grandes e insuportáveis”.¹¹⁹¹ Esse direito e esse dever, que haviam valido a Thoreau a prisão, foi renovado no pensamento e na ação de Tolstói, Mahatma Gandhi, Martin Luther King, Nelson Mandela, entre outros. Peter Kalmus cita exatamente o exemplo de Martin Luther King para justificar porque, junto com outros cientistas da NASA, acorrentaram-se, e foram presos por isso, à porta de uma das sedes do JP Morgan Bank em Los Angeles, em protesto contra a inação política contra emergência climática.¹¹⁹²

“Sou um cientista climático e um pai desesperado. Como posso pleitear com mais força? O que será preciso? O que meus colegas e eu podemos fazer para impedir que essa catástrofe se desenrole agora ao nosso redor com uma clareza tão excruciante? (...) É chegado o momento de se levantar e assumir riscos e fazer sacrifícios por este belo planeta que nos dá vida, que nos dá tudo”.

Contrariamente a um economista como William Nordhaus, Peter Kalmus é movido pela consciência e pela responsabilidade em relação ao legado desastroso deixado pelos que hoje detêm o poder aos seus filhos e às gerações futuras.

Esses cientistas seguem o exemplo não apenas de Luther King, mas de 94 cientistas que declararam em um manifesto seu apoio ao *Extinction Rebellion* (“XR”), em outubro de 2018.¹¹⁹³

“Estamos em plena sexta extinção em massa, com cerca de 200 espécies sendo extintas a cada dia. Os humanos não podem continuar a violar as leis fundamentais da natureza ou da ciência impunemente. Se continuarmos nesse caminho, o futuro de nossa espécie será sombrio. (...) O ‘contrato social’ foi rompido e, portanto, não é apenas nosso direito, mas nosso dever moral desconsiderar a inação e o flagrante abandono de dever da governança, e rebelar-nos para defender a própria vida. Declaramos, portanto, nosso apoio ao movimento Extinction Rebellion”.

Esse engajamento começa a frutificar no Scientist Rebellion, um grupo de cientistas e acadêmicos, em busca de novas adesões, que trabalham no âmbito do movimento Extinction Rebellion. Suas posições e demandas baseiam-se em dados bem conhecidos e discutidos ao longo deste livro. Ainda assim, precisam ser reproduzidas aqui em sua totalidade.¹¹⁹⁴

“Somos cientistas e acadêmicos que acreditam que devemos expor a realidade e a gravidade do clima e da emergência ecológica por meio da desobediência civil não violenta. A menos que aqueles em melhor posição para entender se comportem de modo compatível com uma emergência, não podemos esperar que o público o faça. Alguns acreditam que parecer “alarmista” é prejudicial – mas ficamos aterrorizados com o que vemos e acreditamos que é vital e correto expressar nossos medos abertamente.

Os tamanhos populacionais de mamíferos, aves, peixes, anfíbios e répteis tiveram uma queda média alarmante de 68% desde 1970, juntamente com um aparente colapso nas populações de polinizadores. Nesse ritmo, os ecossistemas ao redor do mundo entrarão em colapso dentro da expectativa de vida das gerações atuais, com consequências catastróficas para a espécie humana.

Alças de retroalimentação no sistema climático, no qual climas mais quentes causam aquecimento adicional (por exemplo, aumento de incêndios florestais, degelo do permafrost, derretimento do gelo) ameaçam levar a Terra irreversivelmente a um estado quente e inabitável. Esses efeitos estão sendo observados décadas antes do previsto, em linha com as previsões dos piores cenários.

Ondas de calor, secas e desastres naturais cada vez piores estão ocorrendo ano após ano, enquanto o nível do mar pode subir vários metros neste século, deslocando centenas de milhões de pessoas que vivem em áreas costeiras. Há um medo crescente entre os cientistas de que eventos climáticos extremos simultâneos nas principais áreas agrícolas possam causar escassez global de alimentos, provocando o colapso social. Por exemplo, a seca na Síria (2011-2015) destruiu grande parte da agricultura e pecuária do país, levando milhões para as cidades e provocando uma guerra civil da qual o mundo ainda está se recuperando. Estamos enfrentando uma crise possivelmente centenas de vezes mais grave. Estar informado é estar alarmado.

As ações e planos atuais são totalmente inadequados, e mesmo eles não estão sendo cumpridos. A taxa de destruição ambiental segue de perto o crescimento econômico, o que nos leva a extrair mais recursos da Terra do que são regenerados. Governos e corporações visam aumentar o crescimento e os lucros, acelerando inevitavelmente a destruição da vida na Terra.

- Descarbonização na escala necessária exige decrescimento econômico, pelo menos no curto prazo. Isso não requer necessariamente uma redução nos padrões de vida.
- Para uma transição justa, o custo do decrescimento deve ser pago pelos mais ricos, que se beneficiaram enormemente da atual ordem mundial destrutiva, enquanto outros enfrentaram as consequências.

- Uma transição justa para um sistema sustentável requer que a riqueza do 1% seja usada para o benefício comum.

O meio mais eficaz de alcançar uma mudança sistêmica na história moderna é através da resistência civil não violenta. Convocamos acadêmicos, cientistas e o público a se juntarem a nós na desobediência civil para exigir descarbonização e decrescimento emergenciais, facilitados pela redistribuição de riqueza”.

Continuar a advertir os governantes é preciso, mesmo sabendo quão ineficazes são os alertas científicos. Mas é preciso, sobretudo, que os cientistas se façam ouvir pelos que têm interesse em ouvi-los, e têm o poder para mudar a sociedade: os governados. Estes precisam dos cientistas, tanto quanto os cientistas precisam deles, inclusive porque só quando apoiados pelo consenso popular os cientistas se farão ouvir, enfim, pelos governantes. Trata-se, ademais, de um aprendizado mútuo, pois os movimentos sociais têm tanto a aprender com os cientistas quanto a lhes ensinar. Esse aprendizado recíproco inclui, antes de mais nada, o não consentimento das políticas gradualistas, em favor de um contrato social baseado num novo pacto dos homens com a natureza, que passa por redefinir as relações sociais, bem como as que regem as relações entre governantes e governados.

Ciência e política popular não podem mais, em suma, continuar dissociadas. Não se trata de superestimar a importância da Universidade e dos centros de pesquisa. Trata-se de reconhecer que a ciência e suas instituições têm um papel relevante no crescente movimento de contestação política da lógica econômica que está gerando o agravamento acelerado de todas as crises socioambientais. O que sofreremos *todos* já no segundo quarto deste século se ciência e política popular continuarem dissociadas situa-se além do que se deve, ou se conseguiria, exprimir. Em Davos, em 2018, Christiana Figueres, ex-secretária-executiva da UNFCCC, tentou expressar algo desse sofrimento, ao conchamar os donos do planeta a reduzirem pela metade, a cada decênio, suas emissões de GEE:¹¹⁹⁵

“Podemos dirigir toda a nossa tecnologia, todo nosso engenho para fazer isso. Se não o fizermos, o sofrimento humano, o custo humano – sem falar na natureza – será francamente inaceitável, intolerável, irresponsável e jamais nos perdoaremos como sociedade humana que tenhamos deixado isso acontecer”.

Figueres subestima a capacidade dos governantes e das corporações de se perdoarem... Seu discurso faz lembrar um dos célebres sermões do padre Antônio Vieira, pois a semeadora semeou sobre a pedra, já que seus ouvintes “a desatendem ou a desprezam”. Deixemos de nos enganar: os *habitués* de Davos, que aí aportam anualmente em uma revoada de 1.500 jatos particulares,¹¹⁹⁶ não farão o que Christiana Figueres e a ciência lhes ditam. Charlie Munger, vice-presidente da Berkshire Hathaway, fala em nome de seus pares: “As pessoas pensam que esses hidrocarbonetos ficarão encalhados e que o mundo mudará. Eu penso que, cedo ou tarde, vamos usá-los, e até a sua última gota”.¹¹⁹⁷

Se vier a nascer (e é preciso que nasça!), a mudança nascerá contra Davos e contra os bancos. Ela nascerá da superação das hesitações e ilusões em relação ao capitalismo; nascerá da convergência entre os movimentos sociais, a ciência e a política em direção a uma nova governança global, fundada no reconhecimento de que desacelerar as mudanças climáticas, preservar a biosfera, cessar a poluição químico-industrial e diminuir radicalmente o abismo das desigualdades tornaram-se, hoje, a tarefa política de todos porque são as condições de possibilidade de nossa sobrevivência.

10.4 A objeção de irrealismo político

A objeção mais recorrente à agenda anticapitalista e pós-capitalista é que ela careceria de realismo político. A ideia mesma de uma ancoragem dessa agenda na ideia de realismo político é ainda outro obstáculo epistemológico da política. Esse obstáculo consiste em não compreender algo, entretanto, bastante simples: o que nos trouxe a essa situação de emergência generalizada foi precisamente o realismo político, de modo que é de uma ingenuidade ímpar acreditar que se pode tratar uma situação de emergência múltipla global – a emergência climática é apenas um aspecto dela – com mais realismo político.

De resto, a essa objeção poder-se-ia responder com outra questão: seria o engajamento em uma luta política anticapitalista e anti-anropocêntrica mais irrealista do que as propostas de redução em 45% das emissões antropogênicas globais de CO₂ até 2030, em relação aos níveis de 2010, de modo a conter o aquecimento médio global abaixo de 2°C, tal como preconizado pelo IPCC em 2018?¹¹⁹⁸ Seriam a escala e a velocidade dessa redução “realistas”? Seria factível avançar nessa escala e velocidade, mantidas a lógica e a ordem jurídica do sistema capitalista? A resposta é não. Basta recuar o olhar para os últimos 34 anos: desde 1988, a Conferência de Toronto sobre as Mudanças Climáticas havia aprovado a proposta de reduzir em 20% as emissões globais de CO₂ até 2005 e de 50% sucessivamente... Segundo o IPCC, tal como visto no capítulo 4 (seção 4.3 A escalada das emissões de GEE nos últimos 30 anos), as emissões antropogênicas líquidas de GEE em 2019 foram 54% mais altas do que em 1990.¹¹⁹⁹ As emissões de CO₂ associadas ao setor de energia deram em 2021 um salto de 6%, quebrando mais um recorde histórico.¹²⁰⁰ E as projeções são de que as emissões de CO₂ não apenas não diminuirão 45%, mas aumentarão ainda em mais 14% até 2030, caso os governos cumpram (ou cumprissem) as promessas feitas na COP26, em novembro de 2021.¹²⁰¹

“Alguns líderes governamentais e empresariais estão dizendo uma coisa, mas fazendo outra. Simplificando, eles estão mentindo. E os resultados serão catastróficos”, afirmou recentemente Antônio Guterres, secretário-geral da ONU.¹²⁰² Sim, para manter em marcha o capitalismo globalizado, os governos e as corporações mentem a cada negociação climática. A pergunta que se poderia fazer é: como conseguem continuar mentindo? A resposta é simples: porque as pessoas continuam acreditando ou fingindo acreditar no realismo acovardado que nos circunda. Desconectados da realidade não são, portanto, os que entendem a necessidade imperiosa de uma mudança radical e emergencial de sociedade, mas sim os que preferem enterrar suas cabeças na areia para não enxergar a realidade brutal da catástrofe que já nos abate, embora esteja ainda apenas em seus estágios iniciais. Como bem afirma ainda Antônio Guterres, “os ativistas climáticos são às vezes descritos como radicais perigosos. Mas os radicais verdadeiramente perigosos são os países que estão aumentando a produção de combustíveis fósseis. Investir em novas infraestruturas de combustíveis fósseis é uma loucura moral e econômica”.¹²⁰³

Não há em curso, repita-se mais uma vez, nenhuma transição energética. E a prova disso reside na mais elementar aritmética: em 1971, de acordo com a AIE, os combustíveis fósseis satisfaziam 86,6% da demanda global por energia primária, o que significava um consumo energético de 230 Exajoules; em 2019, eles continuavam satisfazendo cerca de 81% dessa demanda, o que significava um consumo de 606 Exajoules.¹²⁰⁴ Consumimos hoje cerca de 2,6 vezes mais energia baseada em combustíveis fósseis do que em 1971. Segundo as projeções do World Economic Forum e da Energy Information Administration (EIA) dos EUA, em 2040, os combustíveis fósseis ainda continuarão, em princípio, a fornecer 77% da demanda global por energia primária.¹²⁰⁵ Quantos Exajoules essa porcentagem representará? Impossível dizê-lo, pois, muito provavelmente, a economia terá já então submerso em um estado de depressão estrutural.

Se as sociedades têm intenção de desativar a bomba climática e deter a destruição da natureza, se quiserem, em suma, sobreviver, elas terão que acreditar em si mesmas e desafiar essas narrativas de impossibilidade dos “realistas”. Elas não poderão mais se furtar a encarar e a

debater seriamente, aqui e agora, uma política de superação do capitalismo, superação pela qual os movimentos sociais vêm lutando há pelo menos 50 anos. Sua adoção supõe a construção de uma outra e bem diversa civilização, algo que não virá à luz da noite para o dia. Mas os dados mostram que a velocidade dessa mudança é hoje a variável mais crucial para o seu sucesso.

11. Propostas para uma política de sobrevivência

“Há um novo projeto de mundo que tem sido ofertado pelos povos originários, verdadeiros guardiões do Planeta. É um projeto de descolonizar a Vida e abrir caminho para a sociedade da felicidade e do amor, do bem-viver, do envolvimento. Um reencontro a partir de uma nova matriz energética, dos direitos da natureza em oposição à distopia de terra arrasada e do colapso climático”.

Sônia Guajajara e o coletivo de sua campanha eleitoral
Manifesto *Um chamado pela Terra para as eleições de 2022*

Este relatório reconhece o valor de diversas formas de conhecimento, tais como o conhecimento científico, o conhecimento indígena e o conhecimento local, na compreensão e avaliação dos processos e ações de adaptação ao clima para reduzir os riscos das mudanças climáticas induzidas pelo homem.

IPCC, Sexto Relatório de Avaliação, WG II,
2022¹²⁰⁶

Na Introdução, avancei o que um número crescente de movimentos sociais considera ser os princípios basilares em que se assentam suas propostas para a formulação de alternativas sistêmicas às crises socioambientais contemporâneas. Antes de explicitar um pouco mais essas propostas, é importante frisar o que todas têm em comum: uma revalorização da noção de *limite*, essa noção que o capitalismo desconhece ou despreza e que é, de fato, incompatível com seu *modus operandi*. Limite (ou a falta dele) é a palavra que define nosso tempo desde os anos 1970, quando as lutas políticas por mais igualdade social começam a regredir, a poluição adquire um caráter sistêmico, a pegada ecológica começa a ultrapassar a capacidade de carga do planeta e os GEE a desencadear os primeiros níveis aferíveis de Desequilíbrio Energético do Planeta (DET), com mais energia entrando do que saindo do sistema Terra. Em sintonia com esses primeiros níveis de ultrapassagem de limites, surgiram as primeiras advertências científicas sobre a trajetória de colapso que se desenhava no horizonte das sociedades, trajetória que elas poderiam então ter evitado sem tanto sacrifício, mas não o fizeram. Hoje, esses limites se impõem com a força de uma terapia de última linha contra o perigo iminente de um planeta que o sistema econômico vigente está desfigurando e tornando sempre mais hostil a tantas formas de vida, inclusive obviamente a nossa. Hoje, portanto, esses limites se impõem de modo absolutamente impreterível, sob pena de falência múltipla de órgãos da vida planetária. É preciso devolver às noções de limite, de justa medida e de decoro (no sentido de adequação, derivado do termo latino *decus*¹²⁰⁷) o valor ao mesmo tempo positivo e impositivo que lhes era atribuído pela sabedoria délfico-socrática e por toda a tradição clássica, bem como, hoje mais que nunca, pela sabedoria dos povos originários. O limite não pode mais ser entendido como um desafio e um obstáculo a ser continuamente ultrapassado, pois somos seres finitos num planeta que é nosso único lar, que tem recursos declinantes e equilíbrios sistêmicos frágeis. O limite constitui o centro de gravidade de toda sabedoria contemporânea, pois deve ser entendido como uma proteção inviolável contra o abismo e, portanto, como algo a ser protegido e mesmo reverenciado.

Sabemos em muitos casos de modo razoavelmente preciso onde se situam os limites requeridos para garantir ou ao menos favorecer nossa sobrevivência. Sabemos, por exemplo, que as

concentrações atmosféricas de CO₂ devem voltar a ser da ordem de 350 ppm. Sabemos que a taxa atual de extinção de espécies deve regredir em duas ou três ordens de grandeza até atingir a taxa de base dessas extinções, segundo o que indicam os registros fósseis. Isso supõe, entre outras medidas: (a) decretar uma moratória internacional da pesca, de modo a restaurar os cardumes das espécies ainda não irreversivelmente perdidas ou declinantes; (b) cessar o uso de agrotóxicos, evitando assim a extinção de inúmeras espécies terrestres, entre as quais as essenciais para a polinização das plantas, (c) zerar a destruição de todos os biomas, a começar pelas florestas tropicais e (d) conter e desacelerar ao máximo o aquecimento global. Também sabemos que é preciso diminuir ao máximo a produção de substâncias químicas que estão perturbando o sistema endócrino dos organismos etc.

A questão não é mais, portanto, nem quais são os limites, nem onde situá-los na escala da sustentabilidade. A questão é política, pois quem fala em limites deve afrontar dois problemas: 1. quem pode e deve estabelecê-los; 2. como garantir que sejam implantados e respeitados. Esses dois problemas nos reconduzem à questão da democracia, ou seja, ao equilíbrio, sempre mutante, entre liberdade individual e coerção coletiva através do aparelho de estado, em nível local, nacional, regional e internacional. Não cabe a mim e a ninguém teorizar ou prescrever receitas políticas. Cabe apenas ressaltar dois pontos, ainda que óbvios: (a) as chamadas liberdades individuais – tais como a liberdade de não se vacinar, de não usar máscaras numa pandemia, de jogar seu lixo pela janela do seu carro, de desperdiçar água, de se armar, de fazer o que quiser com o seu dinheiro etc. – são hoje o argumento central da extrema-direita e dos conservadores em geral para combater as políticas de sobrevivência; (b) quanto mais as sociedades retardarem a adoção dessas políticas de sobrevivência, as quais já impõem hoje sacrifícios consideráveis, mais o ponteiro do equilíbrio entre liberdade individual e coerção estatal penderá para o lado não apenas da coerção estatal, mas da coerção exercida pela natureza, isto é, pelos vírus, furacões, inundações, picos letais de calor, secas, incêndios etc. Isso posto, passemos à análise dessas propostas.

1. Redução radical e emergencial das diversas desigualdades entre os membros da espécie humana

A luta pela redução das desigualdades continuaria sendo prioritária mesmo sem as crises ambientais contemporâneas. Ocorre que com a aceleração recente dessas crises, essa luta se torna ainda mais crucial, pois não há chance alguma de mitigá-las no quadro atual de agravamento das desigualdades humanas, a começar pela desigualdade socioeconômica (veja-se capítulo 8, seção 8.2 Desigualdade socioeconômica sem precedentes). Uma sociedade baseada na limitação das desigualdades sempre foi e continua sendo a herança essencial dos ideais de justiça social e das lutas por alcançá-la. Estas constituem o fio vermelho de nossa história desde os albores da Idade Moderna, desde, se quisermos, o “Tumulto dei Ciompi”, a revolta por uma representação política e pelo direito associativo desses primeiros assalariados da manufatura da lã na Florença de 1378, pertencentes ao “popolo magro”. Ontem como hoje, estamos em plena luta de classes, no sentido “clássico” do termo, isto é, no sentido da famosa frase que abre o capítulo I do Manifesto Comunista de Marx e Engels: “A história das sociedades até hoje tem sido a história da luta de classes”. Mesmo que a noção de classe seja hoje mais fluída do que nas fases primeiras da Revolução Industrial, mesmo que alguns mecanismos de exploração e espoliação da grande maioria tenham se financeirizado e se tornado mais complexos e abstratos, todo o aparato de experiências adquiridas em séculos de lutas sociais permanece válido em nossos dias. Três elementos desse conjunto de experiências históricas afiguram-se, hoje, particularmente cruciais e tomam a forma de quatro exigências elementares:

(1) a exigência do direito ao trabalho, à estabilidade e segurança do emprego e a uma remuneração compatível com a dignidade dos trabalhadores, em clara oposição às estratégias do capital de criar um mundo à sua imagem e semelhança, no qual o emprego se atrofia e se hipertrofiam a terceirização e a uberização;

(2) a exigência do direito ao repouso, ao ócio e ao lazer, num sistema que, cada vez mais, extenua e descarta os que conseguem trabalhar;

(3) a exigência de uma renda mínima capaz de garantir segurança existencial e acesso aos serviços fundamentais da sociedade (moradia, alimentação, saúde, educação, mobilidade, cultura e lazer) a todos os que estiverem abaixo de certo patamar de renda e

(4) a exigência de um teto para a renda e para o patrimônio, de modo a evitar a formação de uma casta de super-ricos, cujo poder econômico e capacidade de interferência no sistema político ameaçam o funcionamento e a existência mesma das democracias.

Essas quatro exigências estão colocadas, hoje, no centro do pensamento econômico digno desse nome, pois a economia só tem sentido para a sociedade se contribuir para assegurar o bem-estar de todos e diminuir a desigualdade, condições de possibilidade de tudo o mais, inclusive da mitigação da pegada ecológica humana. Trata-se da única resposta eficiente às crises socioambientais atuais, mas se trata também, e antes de mais nada, de uma questão de valores. O *Homo oeconomicus*, essa personagem sinistra criada pela economia política, pela filosofia liberal e pelo capitalismo industrial, é uma redução desfigurante da complexidade imensa de nossa espécie. Os comportamentos do *Homo oeconomicus*, orientados pela busca de maximização individual do ganho financeiro e de seus padrões de consumo, nunca puderam ditar o padrão de sucesso civilizatório. Hoje, esses valores precipitam a ruína de nossa civilização. Só há civilização digna desse nome onde a cooperação solidária prima sobre a competição e onde a busca por benefícios individuais não suplanta a percepção da superioridade do bem comum.

2. Diminuição do consumo humano de materiais e de energia

A quarta exigência formulada no item anterior – o estabelecimento de um teto para a renda e para o patrimônio – merece uma consideração especial. O que caracteriza e confere especificidade histórica aos desafios das sociedades contemporâneas é a centralidade da questão das consequências funestas da ultrapassagem dos limites da interferência antrópica no sistema Terra. Já ultrapassamos vários limites de resiliência do planeta e estamos apenas começando a pagar o preço dessa ultrapassagem. É preciso entender algo bastante simples, que, contudo, a maioria dos economistas, tecnocratas e tecnólatras ainda têm dificuldade de admitir: não há solução tecnológica miraculosa que nos permita sobreviver, mantidos os níveis atuais de consumo de bens, de energia e de interferência antrópica no sistema Terra. Digamos isso da maneira mais enfática possível: *a permanência das civilizações humanas depende da diminuição de suas taxas de consumo de materiais e de energia*. Isso supõe:

(1) redefinir os limites de consumo de energia e materiais;

(2) construir uma economia tão circular quanto possível, orientada pela engenharia reversa e por um sistema extrativo condicionado à capacidade de reciclagem;

(3) recusar toda economia que não se conceba como um subsistema da ecologia. Hoje, no Antropoceno, o sentido e a eficiência de uma economia precisam ser avaliados por sua capacidade de atender às necessidades humanas básicas sem destruir ou pôr em risco os

habitats das demais espécies e os equilíbrios climáticos do sistema Terra prevalentes no Holoceno.

A intersecção imprescindível entre essas duas demandas – a humana e a ambiental – tem uma implicação incontornável: a minoria privilegiada precisará diminuir drasticamente seus níveis de consumo para que as necessidades elementares da maioria da população possam ser atendidas. Isso supõe a urgência e a inevitabilidade da terceira exigência, acima formulada, qual seja a de um teto da renda e do patrimônio dos mais ricos. Não há nenhuma razão ética ou racional que justifique o acúmulo de riqueza por um indivíduo além de certo nível, que pode ser estabelecido, por exemplo, a partir de três parâmetros: (a) seu impacto no sistema Terra, em termos ecológicos e de emissões de GEE; (b) um certo múltiplo do salário mínimo de uma sociedade e (c) o nível geral de riqueza da metade mais pobre da humanidade.

Aos super-ricos e aos que os admiram e os têm por modelo, essa proposta parecerá por certo uma ameaça às suas “liberdades individuais”. A única ameaça que ela pode representar é a ameaça à ganância e à pulsão primitiva da acumulação. Bem ao contrário de ser uma ameaça, esse teto é uma garantia de sobrevivência física, inclusive, das pessoas que compõem essa ínfima minoria. Essa proposta de limitação da riqueza não é nem nova, nem “socialista”. Ela data do início do século XX e teve por local de nascimento justamente os EUA, o país que ostenta hoje os maiores níveis de desigualdade do mundo, já que três norte-americanos – Jeff Bezos, Bill Gates e Warren Buffett – detinham em conjunto em 2017 mais riqueza (US\$ 263 bilhões) do que a metade mais pobre da população do seu país, um total de 160 milhões de pessoas.¹²⁰⁸ Em inícios do século XX, Felix Adler, fundador e presidente do National Child Labor Committee, propunha um teto para as rendas e o patrimônio para evitar a “influência corruptora” (*corrupting influence*) dos excessivamente ricos sobre a vida política daquele país. Em 1913, criou-se nos EUA a obrigatoriedade do imposto de renda¹²⁰⁹ e, por outro lado, a entrada do país na Primeira Grande Guerra, em 1917, suscitou uma campanha pelo controle da plutocracia, com um imposto de 100% de todo rendimento individual acima de US\$ 100 mil, para ajudar no esforço de guerra. Sam Pizzigatti mostrou como essa limitação à riqueza (*conscriptio of wealth*) foi defendida pelo diretor do comitê dessa campanha, Amos Pinchot, Procurador de Nova York. Em seu testemunho perante o Congresso dos EUA, Pinchot afirmava: “Nem os EUA nem qualquer outro país pode levar adiante uma guerra que tornará o mundo seguro para a democracia e a plutocracia ao mesmo tempo”.¹²¹⁰ Requer-se de todos, hoje, um esforço de guerra muito maior do que os precedentes para mitigar as consequências da guerra contra o planeta e essa exigência retorna no século XXI nas bandeiras de movimentos altermundialistas, como ATTAC (Association pour la Taxation des Transactions financières et l'Aide aux Citoyens) e Occupy Wall Street, bem como em propostas concretas de juristas, economistas e pensadores políticos como Gaël Giraud, Cécile Renouard,¹²¹¹ Thomas Piketty, Pierre Concialdi, Didier Gelot, Christiane Marty, Philippe Richard,¹²¹² Jean Gadrey,¹²¹³ Ian Ayres, Aaron Edlin,¹²¹⁴ entre muitos outros.

3. Extensão da ideia de sujeito de direito às demais espécies, à biosfera e às paisagens naturais.

A biosfera, a água, o solo, o ar, as paisagens e as formas magníficas do mundo não estão para os humanos como meios para o seu fim. É necessário superar a concepção utilitária da natureza como uma externalidade sujeita a precificação. O planeta não é um “recurso” a ser explorado ou alocado pela economia. É o lugar de habitação comum dos seres vivos interdependentes, lugar único e privilegiado a se fruir e, sobretudo, em sua atual precariedade, proteger.

Isso supõe alargar a noção de sujeito de direito. Humanos são animais e seus direitos são um caso particular dos direitos de outras formas de vida.¹²¹⁵ A *Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão*, proclamada pela Assembleia Nacional francesa em 1789 e a *Declaração Universal dos Direitos Humanos*, de 1948, são tributárias de uma idêntica concepção do fundamento filosófico dos direitos humanos, enunciado já no artigo primeiro de 1948: os homens “são dotados de razão e de consciência”. A ausência em 1948 de qualquer menção aos direitos dos outros animais deve-se à ignorância, naquela data, das capacidades emocionais e cognitivas de outras espécies. Mas em 2012, a “Declaração de Cambridge sobre a Consciência”, assinada por um proeminente grupo de neurocientistas especializados em cognição, neurofarmacologistas, neurofisiologistas, neuroanatomistas e neurocientistas computacionais, proclamou:¹²¹⁶

“Evidências convergentes indicam que animais não humanos possuem substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos de estados de consciência, além da capacidade de exibir comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso da evidência indica que humanos não são únicos em possuir os substratos neurológicos que geram consciência. Animais não humanos, incluindo todos os mamíferos e aves, e muitas outras criaturas, incluindo polvos, também possuem esses substratos neurológicos”.

À luz do conhecimento atual, a distância que nos separa dos outros animais em termos emocionais e intelectuais encurta-se, portanto, dia a dia e a maior capacidade de simbolização e de pensamento abstrato de nossa espécie parece sempre mais ser de ordem quantitativa, não mais qualitativa. Nenhum argumento racional impede, portanto, um alargamento da noção de sujeito de direito para outros animais. Bem antes de uma qualquer demonstração experimental, isso já era claro em 1754 para Rousseau, que, no *Discurso sobre a Origem da Desigualdade entre os Homens*, afirma:¹²¹⁷

“Todo animal tem ideias, pois tem um sentido; ele combina mesmo suas ideias até certo ponto: e o homem não difere a esse respeito dos animais senão pela escala do mais ao menos. Alguns filósofos chegaram a avançar que pode haver mais diferença entre um homem e outro do que entre tal homem e tal animal”.

Antes ainda de Rousseau e de Montaigne, é possível admirar no diálogo de S. Francisco com os passarinhos e no sermão de S. Antônio aos peixes (recriado no magnífico “Sermão aos Peixes” de Antônio Vieira), antecipações desse senso de comunidade entre os seres vivos, que prenunciam a reflexão sobre os direitos animais e sobre a conservação da biosfera, questões que se colocam hoje no cerne de uma política de sobrevivência da cadeia da vida, da qual o próprio homem depende existencialmente.¹²¹⁸

4. Restauração e ampliação das reservas naturais, a serem consideradas como santuários inacessíveis aos mercados globais

A extensão a outras entidades vivas do estatuto de sujeito de direito implica uma extensão das reservas naturais. A frase inaugural com que Marx abre *O Capital* descreve o mundo criado pelo capitalismo: “A riqueza das sociedades em que reina o modo de produção capitalista apresenta-se como uma imensa acumulação de mercadorias”. Marx compreendeu (ou talvez apenas intuisse) que nesse processo de imensa e ilimitada acumulação de mercadorias nada mais estaria, finalmente, ao abrigo de sua redução ontológica à condição mercantil. Superar o capitalismo é restaurar a possibilidade de que uma dimensão central do mundo permaneça *separado* da mercadoria. Separado no sentido designado pelo termo latino *sacer*: “aquilo que não pode ser tocado sem ser maculado ou sem macular”. Uma reserva natural deve ser considerada como uma *sacra domus*. Mas uma reserva natural é apenas um caso limite do planeta como um todo, pois este deve ser em certo sentido ressacralizado, no sentido em que habitá-lo significa introjetar novamente, como algo sagrado, o senso do limite. O “cuidado da casa comum”, na expressão feliz da encíclica *Laudato sí'* do papa Francisco, está entre os apelos

mais lúcidos e prementes de nossos dias em favor de uma ecologia integral, isto é, de uma nova síntese entre a Razão prática na idade industrial, tal como tematizada por Hans Jonas, e a demanda dos movimentos sociais por justiça climática e conservação ecológica. A linguagem científica diz algo equivalente quando se refere às leis e às condições imperativas para a conservação da biosfera e dos ecossistemas.

Concretamente, as florestas, e não apenas as tropicais, bem como os demais biomas terrestres e os oceanos e demais ambientes de água doce precisam, urgentemente, adquirir um estatuto jurídico de proteção muito mais efetivo e no âmbito de um direito internacional mandatário. Tal como a Antártida, tal como o fitoplâncton, que produz metade do oxigênio de que os organismos aeróbios necessitam para existir, as florestas são um bem comum e imprescindível da vida planetária. Aonde as florestas forem, o sistema Terra as seguirá. Se “é a floresta que segura o mundo”, como afirma o Cacique caiapó Raoni Metuktire, citado em epígrafe no capítulo 3, cabe ao mundo, para sobreviver, conservar sua integridade. Elas devem constituir o núcleo dos 50% da superfície da Terra a serem conservados à margem da economia de mercado na escala global em que é hoje praticada. É sobretudo às florestas que Edward O. Wilson se referia quando, em seu livro *Half-Earth*, propôs: “Estou convencido de que apenas se metade, ou mais, do planeta obtiver o estatuto de reserva natural podemos salvar a parte vital do meio ambiente e obter a estabilização necessária para nossa sobrevivência”.¹²¹⁹

No caso sul-americano, sempre no âmbito dessa governança global efetiva, a floresta amazônica precisa se beneficiar de um estatuto legal muito mais vigoroso. As ideias diretrizes dessa proposta estão sendo traçadas pelo Fórum Social Panamazônico e foram esboçadas no “Encontro de Saberes” de Belém, que teve lugar nesta cidade entre 20 e 23 de outubro de 2021. Elaborado por representantes dos povos da floresta amazônica, em concerto com outros segmentos das sociedades sul-americanas, e enriquecido com as contribuições da Assembleia Mundial sobre a Amazônia e a Crise Climática, os signatários deste documento exprimem três reivindicações fundamentais:

Reivindicação 1: Os povos da floresta amazônica reivindicam uma participação direta – como beneficiários imediatos e/ou como prestadores de assessoria, baseada em seu profundo conhecimento da floresta –, nas negociações e decisões internacionais, públicas e privadas, de transferências de recursos para a mitigação e adaptação em relação às mudanças climáticas, em especial no que se refere à restauração da floresta amazônica. Essa primeira reivindicação exprime-se na seguinte forma mais circunstanciada:

- (a) Os povos da floresta Amazônica devem ter o direito de formular projetos de conservação e restauração florestal que façam jus a tais aportes;
- (b) Os povos da floresta Amazônica, através de suas próprias organizações, devem ter assento, voz, voto e poder de veto nas instâncias de formulação, decisão e auditoria no emprego desses recursos;
- (c) Os recursos destinados à Amazônia através de mecanismos de repasse previstos no Acordo de Paris devem ser destinados explicitamente à conservação da floresta, e não a subsidiar o agronegócio, com suas falsas soluções de replantio de Áreas de Proteção Permanente (APPs);
- (d) Empréstimos não são transferências de recursos. Empréstimos não devem ser, portanto, conceitualmente contabilizados como parte do Acordo de Paris, tal como tem ocorrido. Essas transferências de recursos aos países e povos mais vulneráveis, no âmbito da UNFCCC, devem ser um instrumento de justiça climática, ao invés de subterfúgios para promover negócios no setor financeiro (bancos privados ou Bancos Multilaterais de Desenvolvimento, tais como o Banco Mundial ou o Asian Bank). Esses recursos anuais de US\$ 100 bilhões que deveriam ter sido desembolsados até 2020, e agora devem sê-lo até 2025, devem provir na forma de doações,

isto é, na forma de transferências diretas a projetos, em nível subnacional, de proteção e restauração da floresta, de modo a promover, de fato, os objetivos do Acordo de Paris.

Reivindicação 2: Boicote pelas Partes do Acordo de Paris das *commodities* produzidas pelas corporações em toda a região amazônica e em todo o Cerrado brasileiro. Há uma demonstrada incompatibilidade (como analisada no capítulo 2) entre as metas do Acordo de Paris e o sistema alimentar globalizado, cujas emissões combinadas atingem entre 21% e 37% das emissões globais desses gases na média do período 2007-2016.¹²²⁰ Laura Kehoe, Tiago Reis e mais de 600 cientistas publicaram em 2019 na revista *Science* um apelo para tornar sustentável o comércio entre a União Europeia (UE) e o Brasil.¹²²¹ Os autores mostram que a União Europeia (UE), por exemplo, despendeu mais de 3 bilhões de euros em importações brasileiras de ferro em 2017. Somente em 2011, a UE importou carne bovina e ração animal associada a mais de 1.000 km² de desmatamento. Sendo a Amazônia um patrimônio global da biosfera e uma condição de possibilidade dos equilíbrios planetários, é preciso que cessem as importações de *commodities* (carne, soja, milho, ouro, minérios, petróleo etc.) provenientes da Amazônia e do Cerrado. Os maiores importadores dessas *commodities*, a China e a UE, têm fechado os olhos para o fato de que, como visto no capítulo 3 (seção 3.3 Amazônia, refrigerador do planeta e reservatório de carbono), a floresta amazônica é uma das maiores reservas de carbono do mundo. Os incêndios e o desmatamento, em grande parte motivados pela demanda internacional dessas *commodities*, têm o poder de liberar rapidamente na atmosfera CO₂ em uma quantidade equivalente a 16 a 22 anos das emissões globais desse gás associadas à geração de energia nos níveis de 2019. Uma liberação muito menor que essa já significaria um fim de partida para a viabilidade da comunidade internacional, o que inclui esses países importadores. A cada tonelada dessas *commodities* importadas da Amazônia, os importadores aumentam o risco de colapso de sua própria agricultura. O futuro do clima e, portanto, o futuro dos cultivos agrícolas fora da Amazônia, depende da conservação da Amazônia. Essa segunda reivindicação de boicote endossa e fortalece outras propostas em curso, cujos efeitos ainda não se fizeram sentir em grande parte por omissão das Partes da UNFCCC.¹²²² Apenas sob forte pressão internacional, os governos da Amazônia sul-americana, aliados ou reféns do agronegócio, se alinharão aos objetivos do Acordo de Paris. E, no entanto, bastaria que esses governos cessassem o desmatamento para que suas contribuições à mitigação da emergência climática figurassem entre as mais exemplares e ambiciosas do mundo.

Reivindicação 3: Reconhecer os direitos da Amazônia e da Natureza. Ao se discutirem os planos para a Amazônia, os direitos da natureza devem ser levados em consideração. É imperativo parar de promover projetos para substituir uma floresta viva por plantações de monoculturas. O maior ecocídio do planeta está ocorrendo na Amazônia e autoridades nacionais e multilaterais estão sendo cúmplices, diretamente ou por omissão, desse crime. Os governos reunidos na UNFCCC devem condenar o ecocídio em andamento, propor que o crime de ecocídio seja reconhecido pelo Tribunal Penal Internacional e solicitar que o Tribunal Penal Internacional inicie imediatamente o julgamento do caso da Amazônia por tal crime. As Nações Unidas devem convocar uma Assembleia da Terra para repensar as metas de desenvolvimento sustentável de uma perspectiva não antropocêntrica. Para fazer frente às mudanças climáticas, é necessário construir democracias e processos de integração multilateral ecocêntricos que considerem todos os componentes da comunidade terrestre, pois só assim poderemos restaurar o equilíbrio do sistema terrestre.

É preciso entender claramente o que significa uma reserva natural a ser considerada como um santuário inacessível aos mercados globais. A Amazônia Central, por exemplo, integra a rede de Reservas Mundiais da Biosfera. O conceito de reserva da biosfera nasceu, como se sabe, em 1968 em Paris, na Conferência sobre a biosfera promovida pela UNESCO. Em 1971, a UNESCO criou o Programa Homem e Biosfera (*Man and Biosphere Programme – MAB*), cujo objetivo era

criar uma rede mundial de áreas protegidas, designadas Reservas Mundiais da Biosfera (*World Network of Biosphere Reserves*). Essas Reservas têm aumentado consistentemente ao longo dos anos. Em 2018, havia 686; hoje há 727 Reservas Mundiais da Biosfera – terrestres, marinhas e costeiras – em 131 países, incluindo 22 sítios transnacionais. Nada menos que 306 sítios (42%) encontram-se na Europa e na América do Norte, uma proporção muito maior do que nos países tropicais, mais pobres, com maior biodiversidade e menores recursos e possibilidades de conservação. A África possui 86 Reservas, a Ásia e os países do Pacífico, 168 e a América Latina, 132, em 22 países. Nessas Reservas, vivem 257 milhões de pessoas.¹²²³ A Figura 11.1 mostra a distribuição geográfica das Reservas Mundiais da Biosfera em 2018.



Figura 11.1 - Mapa da Rede Mundial de Reservas da Biosfera em 2018

Fonte: The Man and Biosphere Programme. Fondazione Santagata for the Economics and Culture.

<https://www.euromontana.org/wp-content/uploads/2017/12/Porta_cultural-heritage.pdf>

O Brasil tem a responsabilidade de abrigar 7 Reservas Mundiais da Biosfera, localizadas na Mata Atlântica, no Cerrado, no Pantanal, na Caatinga, na Serra do Espinhaço (MG e sul da Bahia), no chamado cinturão verde de São Paulo e na Amazônia Central. A Reserva da Biosfera na Amazônia Central, instituída em 2001, abrange uma região de 208 mil km², irrigada pelas bacias dos rios Negro e Solimões. A proteção dessa Reserva da Amazônia Central é reforçada por outro mecanismo diplomático de conservação, o Complexo de Conservação da Amazônia Central (*Central Amazon Conservation Complex*), um sítio de cerca de 60 mil km² pertencente ao Patrimônio Mundial (*World Heritage Site*), posto também sob patrocínio da UNESCO.¹²²⁴

Embora essas iniciativas – Reservas Mundiais da Biosfera e Patrimônio Mundial – tenham representado avanços na área da conservação ambiental, seus resultados em escala global têm se mostrado muito aquém de suas ambições, pois muitas delas já se encontram muito degradadas. A Amazônia Central corre perigo real e iminente. Philip Fearnside vem reiteradamente denunciando o impacto, por exemplo, da BR-319 (Manaus – Porto Velho) sobre esse bloco mais preservado da floresta amazônica, pois a estrada redundaria em um aumento de escala do desmatamento, viabilizando inclusive a exploração de gás e petróleo pela Petrobrás e pela Rosneft na frágil bacia do Solimões.¹²²⁵

É claro que a Amazônia não é apenas floresta, nem um bloco homogêneo e sua proteção deve ser modulada, em conformidade com seus diversos níveis de fragilidade. Na ausência ainda de um direito internacional mandatário capaz de assegurar a integridade das florestas, e em especial das florestas tropicais, bem como o direito inalienável de seus povos, é preciso uma plataforma política mínima em vista de uma pactuação nacional e internacional pela Amazônia.

5. Desmantelamento da economia global e transição para uma civilização descarbonizada

Essa transição não está ocorrendo e não ocorrerá nos quadros do sistema econômico vigente. Para que ocorra na velocidade necessária, é preciso satisfazer duas condições:

- (1) o controle social das decisões estratégicas de investimento no sistema energético;
- (2) a construção social de uma economia do decrescimento administrado, o que supõe o desmantelamento da economia global.

Não se transitará para uma civilização descarbonizada enquanto as decisões sobre os investimentos estratégicos no sistema energético e no sistema alimentar forem prerrogativa dos que controlam as corporações e os Estados-Corporações. A responsabilidade pelas decisões impostas pela emergência climática tem que ser assumida global e democraticamente pelas sociedades. E essas decisões têm que ser tomadas neste decênio, antes que as alças de retroalimentação do aquecimento as tomem por nós (como examinado em detalhe no capítulo 7). Tal afirmação é, de tão óbvia, quase embaraçosa, mas nada é mais difícil de admitir do que o óbvio, quando este contraria interesses, lugares-comuns e obstáculos epistemológicos. Esse controle democrático dos investimentos é imprescindível pois transitar para uma economia descarbonizada requer a adoção de quatro medidas radicais:

- (a) fim dos subsídios governamentais, diretos e indiretos, à indústria de combustíveis fósseis;
- (b) aumentar agressivamente os impostos sobre as emissões de GEE;
- (c) combinar o fim dos subsídios e a escalada de taxas sobre as emissões de carbono com políticas de Estado, verdadeiramente coercitivas e globalmente coordenadas, a começar pela proibição da participação do setor financeiro na indústria de combustíveis fósseis;
- (d) zerar a produção de petróleo e demais combustíveis fósseis nos prazos estipulados pela ciência, e particularmente pelo relatório publicado em março de 2022 por Dan Calverley e Kevin Anderson, intitulado *Phaseout Pathways for Fossil Fuel Production within Paris-compliant carbon budgets*, já discutido no capítulo 4 (seção 4.2 O setor financeiro e os Estados-Corporações).

Como visto nos capítulos 4 a 6, as ciências do sistema Terra têm sido capazes de prever com notável acume o comportamento futuro do sistema climático. Já no âmbito do comportamento das sociedades, muito poucas são as certezas a respeito do futuro. Uma delas é a inexorabilidade do decrescimento da economia. Desde o segundo pós-guerra, esse decrescimento ocorreu pela primeira vez na crise financeira de 2007-2008 e novamente por causa da pandemia da Covid-19 em 2020. Ele será cada vez mais recorrente no horizonte deste e dos próximos decênios, pela intercorrência de outras crises do mesmo gênero ou de crises de outros tipos, mais provavelmente pela ação combinada de vários tipos de crise. Como se sabe, o famoso livro *The Limits to Growth* previa em um de seus cenários que o crescimento econômico poderia cessar por volta de 2020. Como afirma Dennis Meadows em 2022, no cinquentenário de seu livro, “essa possibilidade está em vias de se realizar: os recursos são cada vez mais caros, a demanda é cada vez maior, assim como a poluição. A questão, doravante, não é de saber se, mas como o crescimento vai cessar”.¹²²⁶ Para que esse decrescimento iminente, de que já sentimos os primeiros sintomas, seja o menos traumático possível, é preciso encurtar ao máximo as cadeias produtivas, o que supõe a desmontagem da globalização econômica. Essa desmontagem é, de fato, outra condição de possibilidade da descarbonização, em conformidade com o veredito de Yvo de Boer, ex-secretário-executivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (2006-2010), proferido em 2013: “Não há nada que possa ser acordado

em 2015 que seja consistente com os 2°C. A única maneira de um Acordo de 2015 atingir uma meta de 2°C é desmantelar toda a economia global”.¹²²⁷

De fato, é impossível conciliar uma transição rápida para uma economia descarbonizada com os três traços distintivos do sistema econômico vigente: (a) uma economia globalizada, (b) uma economia de crescimento e (c) uma economia baseada no critério da rentabilidade do investimento.

(a) Uma economia globalizada supõe transportes a grandes distâncias. Como bem mostram Steven J. Davis e mais de 30 coautores de um artigo publicado na revista *Science* em 2018, “é particularmente difícil descarbonizar alguns setores do sistema energético, incluindo a aviação, o transporte à longa distância, a produção de aço e de cimento e a oferta confiável de eletricidade”.¹²²⁸ Juntos esses setores representavam em 2018 27% das emissões globais e as emissões oriundas do transporte a longas distâncias de insumos (combustíveis fósseis para a geração de energia, minério de ferro para produção de aço, carnes e produtos agrícolas para ração animal etc.) e de bens manufaturados são cada vez mais a pedra de toque de uma economia globalizada.

(b) É impossível, além disso, crescer e descarbonizar ao mesmo tempo, pois o crescimento significa aumento da extração e transformação dos insumos, aumento da distribuição dos produtos em escala internacional, bem como aumento dos resíduos a serem descartados ou reciclados, sendo que mesmo a reciclagem de um número maior de resíduos supõe aumento do dispêndio energético. Ocorre que a energia requerida para o aumento de todas essas etapas do ciclo econômico está ainda baseada na queima de combustíveis fósseis. Recorde-se que mesmo o aumento das energias recicláveis de baixo carbono requer aumento momentâneo da queima de combustíveis fósseis. Portanto, crescer e descarbonizar é uma contradição nos termos. E, no entanto, em 2014, em seu Quinto Relatório de Avaliação, o IPCC obstinava-se ainda na ilusão de que as políticas de mitigação das emissões capazes de conter o aquecimento global eram compatíveis com o crescimento econômico.¹²²⁹

“O Relatório de Síntese [do IPCC 2014] conclui que as estimativas de custos de mitigação variam, mas que o crescimento econômico global não seria fortemente afetado. Em cenários inalterados (*business as usual*), o consumo – um indicador do crescimento econômico – cresce de 1,6% a 3% ao ano ao longo do século XXI. Uma mitigação ambiciosa reduziria isso em cerca de 0,06 pontos percentuais. ‘Comparado ao risco iminente de impactos irreversíveis das mudanças climáticas, os riscos de mitigação são administráveis’, disse [Youba] Sokona” [co-diretor do Grupo de Trabalho III do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC].

A resposta de Kevin Anderson, ex-diretor do Tyndall Centre for Climate Change Research, da University of Manchester, a essa ilusão explicitava então uma verdade por certo desconfortável, mas irretorquível:¹²³⁰

“Não é possível conciliar uma trajetória consistente com um aquecimento de 2°C com as afirmações, repetidas em alto nível, de que na transição para um sistema de energia de baixo carbono ‘o crescimento econômico global não seria fortemente afetado’ [IPCC].¹²³¹ Certamente seria impróprio sacrificar avanços no bem-estar das populações pobres do mundo todo, incluindo os pobres das nações mais ricas, em prol da redução das emissões de carbono. Mas isso só aumenta a pressão sobre os estilos de vida do segmento relativamente pequeno da população do planeta com emissões mais elevadas – pressão que não pode ser eliminada por meio de escapismo incremental. Com um crescimento econômico de 3% ao ano, a redução na intensidade de carbono do produto interno bruto global precisaria ser próxima a 13% ao ano; mais alto ainda para nações industrializadas mais ricas, e ainda mais alto para aqueles indivíduos com pegadas de carbono bem acima da média (seja em nações industrializadas ou em vias de industrialização)”.

(c) Uma transição para uma civilização descarbonizada, a única que permite nossa sobrevivência, não pode ser concebida, enfim, no âmbito de uma economia baseada no critério de rentabilidade do investimento. E isso por duas razões óbvias: (1) a imensa infraestrutura global de exploração e uso de combustíveis fósseis, construída ao longo do século XX e nos últimos 20 anos, é ainda plenamente operacional e rentável para essa indústria, ao menos a curto prazo, e tanto mais pelos subsídios diretos de que se beneficia; (2) no estágio atual da tecnologia, nenhuma fonte energética alternativa aos combustíveis fósseis tem maior eficiência e versatilidade. Portanto, sair dos combustíveis fósseis não pode ser entendido como uma “oportunidade” para os negócios como sonham tantos economistas. Ela não é uma operação rentável e, portanto, “racional” do ponto de vista do *Homo oeconomicus*. É uma decisão tomada *contra* os valores e a lógica de uma economia mortífera. Essa decisão comporta sacrifícios consideráveis em termos dos padrões e das expectativas de consumo dos 10% ou 20% mais ricos da humanidade que detêm mais de 90% dos ativos globais. Trata-se, portanto, de uma ruptura que enfrentará a oposição renhida dessa minoria, que ainda se crê imune ao caos que se avizinha.

6. Desglobalização do sistema alimentar e sua transição para uma alimentação baseada em nutrientes vegetais

No capítulo 2 (O sistema alimentar e a crise animal), desenvolvi o arrazoado em que se baseia essa proposta e não é necessário retomá-lo aqui. Basta frisar dois pontos:

1. Não há avanço possível nessa direção sem uma reforma agrária com radical democratização da propriedade da terra, sobretudo num país como o Brasil em que a aberrante concentração dessa propriedade é possivelmente uma das maiores do mundo. Segundo o INCRA, em 2014, 86% dos imóveis rurais brasileiros com até 100 hectares ocupavam apenas 15% da área do total dos imóveis rurais, ao passo que apenas 3.057 imóveis rurais com mais de 10 mil hectares, equivalente a 0,046% do total desses imóveis, ocupavam 38% dessa área, e apenas 365 desses imóveis, com mais de 100 mil hectares, ocupavam 19% dessa área.

2. Construir um sistema alimentar baseado em nutrientes vegetais, produzidos por uma agricultura orgânica, local, variada e respeitosa dos habitats selvagens constitui uma ruptura civilizatória tão premente e crucial quanto a transição do sistema energético para fora dos combustíveis fósseis. Não se trata aqui do consumo artesanal de carne das comunidades tradicionais. Trata-se do consumo baseado na indústria da carne, insustentável, atentatória à saúde humana, aos direitos dos animais e em geral aos equilíbrios do sistema Terra.

O Brasil é uma peça chave nesse processo. Com o maior rebanho bovino do mundo (14,3% do rebanho mundial), o país é também o maior exportador de carne bovina do planeta¹²³² e apenas em 2021, essas exportações alcançaram 1,8 milhão de toneladas.¹²³³ Trata-se, obviamente, de uma atrocidade e de uma insanidade. Isso posto, 76% da carne bovina produzida no Brasil é consumida domesticamente. A Figura 11.2 mostra a proporção entre o consumo doméstico de carne bovina e o volume exportado entre 2000 e 2020, bem como os países que mais a importaram em 2019.

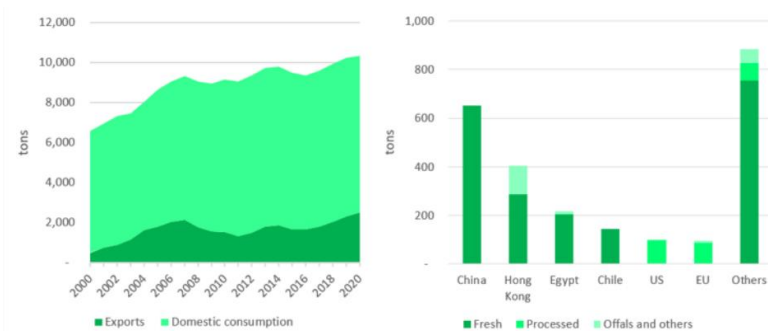


Figura 11.2 - (a) Consumo doméstico e exportado de carne bovina entre 2000 e 2020; (b) principais destinos das exportações brasileiras de carne bovina (China, Hong Kong, Egito, Chile, EUA, UE e outros) por tipo de carne (carne fresca, inclusive congelada, processada e miúdos) em 2019.

Fonte: Barbara Kuepper, Tim Steinweg & Matt Piotrowski, “Brazilian Beef Supply Chain Under Pressure Amid Worsening ESG Impacts”, Chain Reaction Research, agosto de 2020, baseado em dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) e do USDA.

<https://chainreactionresearch.com/wp-content/uploads/2020/08/Brazilian-Beef-Supply-Chain-Under-Pressure-7.pdf>.

É claro que esse consumo doméstico, por majoritário que seja, restringe-se cada vez mais ao topo da pirâmide de renda,¹²³⁴ mas um ponto central aqui, já discutido no capítulo 2, deve ser mais uma vez reiterado: o consumo de carne nos níveis atuais não apenas não resolverá o problema da fome crescente no Brasil e no mundo, mas o agravará.

7. O arcabouço jurídico internacional vigente deve superar o axioma da soberania nacional absoluta em benefício de uma soberania nacional relativa.

A soberania nacional deve cessar onde houver ameaça ao interesse comum. O Estado-nação é uma estrutura disfuncional diante de ameaças ambientais de natureza global. Suas fronteiras são arbitrárias e não podem mais prevalecer sobre os territórios, entendidos como fisionomias ao mesmo tempo biológicas e sociais. A soberania nacional deve ceder o passo a uma autoridade superior, formada pela aliança entre representações populares subnacionais e governança global. Essa aliança entre os territórios e o sistema Terra não aproxima entidades opostas, pois o global está inscrito no local e no territorial. Hoje, na situação limite em que nos encontramos, a derrubada de um hectare de floresta em qualquer ponto do território de um país é um fato de envergadura e de consequências globais.

Os Estados-nação estão no centro da precarização das sociedades, da regressão democrática e dos direitos humanos. De um lado, na busca irracional de se posicionarem melhor numa crise de natureza global, eles desencadeiam e acirram os conflitos geopolíticos e as guerras, o que intensifica os fluxos migratórios. De outro, fortificam cada vez mais suas fronteiras, levantando muros de contenção pelo mundo todo, justamente para se protegerem desses fluxos migratórios. O “muro de Trump” é um exemplo emblemático desse processo, mas é longe de ser o único. Segundo Steffen Mau, da Universidade Humboldt de Berlim, “em 1990, havia uma dúzia deles. Hoje, há mais de 70. Há trinta anos, menos de 5% das fronteiras eram materializadas por muros. Desde então, essa porcentagem cresceu para mais de 20%. (...) Nesses últimos dois decênios mais muros [entre fronteiras] foram construídos do que no meio século precedente”.¹²³⁵ Enquanto isso, o Mediterrâneo transformou-se em uma espécie de muro, ou melhor, em um cemitério de imigrantes. Segundo estimativas da U.N. International Organization for Migration (IOM), 23 mil imigrantes pereceram no Mar Mediterrâneo entre 2014 e 2020 ao tentarem atingir a Europa, sendo 5 mil deles apenas em 2016.¹²³⁶ Processos precários de imigração forçada fizeram em escala global mais de 45 mil vítimas fatais entre 2014 e 2021, segundo o Missing Migrants Project do IOM.¹²³⁷ Isso é apenas a antessala do que reserva o

agravamento das crises em curso e erram gravemente os que se creem protegidos por seus muros e por seu dinheiro.

No que se refere a uma nova possível engenharia da governança global, a ser desenhada pelas sociedades, não me ocorre senão retomar o escrito no meu livro anterior,¹²³⁸ ou seja a necessidade de partir da ONU. É claro que, em sua forma atual, a ONU é a expressão da máxima concentração de poder e precisa ser radicalmente democratizada. Mas, como escrevi anteriormente, ela é a única estrutura de que se dispõe para avançar no âmbito da governança global e deve, portanto, ser apoiada e fortalecida. Fortalecê-la significa subordinar seu Conselho de Segurança à sua Assembleia Geral, da qual deve emanar, como de um parlamento, um poder superior ao das soberanias nacionais e aos desígnios imperialistas. Essa é, se não erro, a única via para afrontar pacífica e racionalmente problemas que não podem sê-lo apenas em âmbito nacional. O ecocídio que se continua a perpetrar nos oceanos, nas mantas vegetais nativas do planeta e na biodiversidade em geral deve-se tornar passível de penalidades efetivamente dissuasivas. Trata-se de refundar o pacto constitucional em escala internacional, de modo a investir as sociedades de um poder de arbitragem e de veto em todas as decisões que possam implicar:

- (1) manutenção da atividade econômica orientada para a acumulação de capital;
- (2) manutenção da engrenagem físico-financeira da emergência climática;
- (3) aumento da poluição e desperdício de recursos;
- (4) impacto da atividade econômica sobre os recursos naturais e os equilíbrios ecossistêmicos além do limite preconizado pelos consensos científicos de instituições internacionais pertencentes a ONU ou credenciadas por seus tratados e convenções.

Zelar pela observância dessas quatro cláusulas pétreas do novo pacto constitucional seria a função de uma nova instância constitucional, eleita ela também por sufrágio universal, e composta paritariamente por:

- (1) representantes da sociedade civil, aí incluídas associações profissionais e ONGs;
- (2) representantes dos povos originários;
- (3) representantes das instituições científicas;
- (4) representantes das futuras gerações humanas, encarregados de examinar as possíveis consequências futuras de cada decisão a partir do princípio de precaução;
- (5) sociedades de proteção aos direitos animais capazes de representar, como propõem Andrew Dobson,¹²³⁹ os interesses de espécies não humanas.

8. Acelerar a transição demográfica aumenta as chances de sucesso das rupturas acima enunciadas.

Como afirmado, acima, na proposta 2, a permanência das civilizações humanas depende da diminuição de suas taxas de consumo de materiais e de energia. A demografia é obviamente um complicador importante no desafio de satisfazer essa condição. Por isso, têm razão os demógrafos que insistem, tais como, no Brasil, José Eustáquio Diniz Alves, sobre a necessidade de que o decrescimento econômico seja acompanhado por um decrescimento demográfico em escala global; seja, portanto, um decrescimento demo-econômico. A população humana mais que triplicou em 70 anos (1950-2020), passando de 2,53 a 7,7 bilhões de pessoas, e continua crescendo ainda a uma taxa próxima de 1% ao ano, o que significa acrescentar mais de 70 milhões de humanos ao planeta por ano. A cada três anos, o planeta ainda deve acomodar uma inteira população do Brasil a mais. É obviamente excessivo e a projeção da variante média da World Population Prospects de 2019 indica que a população global pode crescer ainda mais 10%

neste decênio, atingindo 8,5 bilhões em 2030.¹²⁴⁰ A fase mais aguda desse processo felizmente já passou. Segundo dados da Divisão da População da ONU, desde os anos 1960, as taxas de fecundidade começaram globalmente a declinar, passando de cerca de 5 nascimentos por mulher no início dos anos 1960 para cerca de 3 nascimentos durante os anos 1990-1995 e para 2,5 nascimentos por mulher nos anos 2015-2020, sendo de 2,1 nascimentos por mulher a taxa de reposição populacional. Estamos, portanto, ainda bem longe disso, pois em cerca de 40 países, as taxas de fecundidade mantêm-se em mais de 4 nascimentos por mulher.¹²⁴¹ A lentidão da transição demográfica nesses países coincide em geral com a pobreza extrema e, mais geralmente, com uma inadmissível falta de liberdade das mulheres, impedidas de exercer o direito primeiro da cidadania, qual seja o de decidir sobre seus corpos e suas funções reprodutivas. A educação das mulheres em paridade com a dos homens e o pleno acesso de ambos aos métodos de regulação da fecundidade, com ênfase nos direitos sexuais e reprodutivos das mulheres, devem constituir um dos mais basilares direitos humanos. Quase 9,5% da população mundial atual com 65 anos ou mais nasceu até 1957, quando éramos ainda menos de 3 bilhões de seres humanos. Retornar a esse equilíbrio demográfico ou mesmo, ainda mais ambiciosamente, a uma população em torno de 2 bilhões, como éramos há apenas um século, tornará muito mais fácil avançar nas 7 propostas acima enunciadas. Isso será possível no espaço de poucas gerações se conseguirmos construir uma sociedade sem pobreza e riqueza extremas e com igualdade de gênero, o que começa pelo direito das mulheres a decidir livremente sobre suas funções reprodutivas.

Uma observação final: é possível?

A questão de saber se é possível terá já aflorado na mente de muitos, como tem aflorado na minha. Ela não faz sentido, pois não cabe a ninguém afirmar o que as sociedades são capazes ou incapazes de realizar. Realizar essas rupturas civilizacionais, e tanto mais no prazo de um decênio, parece evidentemente cada vez mais difícil. A enormidade da tarefa, a resistência material e ideológica dos interesses econômicos, a dificuldade de compreender a gravidade e a aceleração das crises ambientais, a fragmentação dos movimentos sociais, tudo agora joga contra a humanidade. Pouco importa: não se enfrenta um desafio existencial a partir de cálculos de probabilidade. À humanidade não resta alternativa senão se insurgir contra o fracasso iminente de seu potencial e contra a ameaça crescente de sua própria extinção, e é nessa falta de alternativa que reside, paradoxalmente, a força dessa insurgência.

No futuro ocultam-se energias e sobressaltos insuspeitados, um elemento vital de imprevisibilidade. Pontos de inflexão no comportamento das sociedades podem ser cruzados mais rapidamente do que pensamos e tanto mais se soubermos contribuir para difundir mais amplamente o senso de urgência imposto por nosso decênio decisivo. Tal é o ensinamento de um diálogo histórico entre Jane Goodall e Edgar Morin, no qual o filósofo francês cunha uma forma de sabedoria diante de situações críticas: “Coloco esperança no improvável” (*Je place de l'espoir dans l'improbable*).¹²⁴² Portanto, à questão da possibilidade de que as sociedades evoluam resolutamente em direção a essas rupturas civilizacionais no intervalo de um decênio é preciso responder por uma afirmação de princípio e de esperança: sim, é possível, pois elas dependem de nós e nada pode ser considerado impossível para nós em face de uma ameaça existencial.

Para tanto, é preciso recusar a naturalização do capitalismo. Não haveria alternativa ao sistema econômico vigente, afirmam seus ideólogos, porque qualquer alternativa ao totalitarismo dos mercados degeneraria em totalitarismo político. Além disso, o individualismo, a sobrevivência do mais apto e o “instinto animal” do lucro exprimiriam, no limite, algo próprio de uma suposta natureza humana. Tal é, exclamam em uníssono os conservadores, o ensinamento da história.

Errado. A história encerra ensinamentos múltiplos e contraditórios. Mas não é de história que aqui se trata. Diante de uma ameaça existencial sem precedentes, a palavra final não deve ser buscada no passado e muito menos na esfera da biologia, e sim na das estruturas sociais que tivermos a audácia de construir, *além* de nossa memória histórica e *além* da agressividade ínsita em nossa herança biológica. O ensinamento de que precisamos hoje nos vem de um grande biólogo, Stephen Jay Gould:¹²⁴³

“Violência, sexismo e maldade geral são biológicos, pois representam um subconjunto de uma gama possível de comportamentos. Paz, igualdade e gentileza são igualmente biológicas – e podemos ver sua influência aumentar se pudermos criar estruturas sociais que lhes permitam florescer.”

Notas do Prefácio

¹ Citado por Roberta Jansen, “Mudanças climáticas vão aumentar risco de problemas de saúde”. *O Estado de São Paulo*, 12/IV/2022.

² Cf. Nick Bostrom, “Existential Risks. Analyzing Human Extinction Scenarios and Related Hazards”. *Journal of Evolution and Technology*, 9, 1, 2002: “Existential risk – One where an adverse outcome would either annihilate Earth-originating intelligent life or permanently and drastically curtail its potential. An existential risk is one where humankind as a whole is imperiled. Existential disasters have major adverse consequences for the course of human civilization for all time to come”; Idem, “Existential Risk Prevention as Global Priority”. *Global Policy*, 4, 1, Fevereiro de 2013, pp. 15-31.

³ Cf. Toby Ord, *Precipice. Existential Risk and the Future of Humanity*, Nova York, 2020.

⁴ Cf. L. Marques, “O colapso socioambiental não é um evento, é o processo em curso”. *Revista Rosa*, 1, 1, 2019; Idem, “Pandemics, Existential and non-Existential Risks to Humanity”. *Revista Ambiente e sociedade*, 23, 2020.

<https://revistarosa.com/1/o-colapso-socioambiental-nao-e-um-evento>.

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/M6BMn4gtwyTZHnkWTDJDt8C/?lang=en&format=pdf>.

⁵ Cf. Catherine E. Richards, Richard C. Lupton & Julian M. Allwood, “Re-framing the threat of global warming: an empirical causal loop diagram of climate change, food insecurity and societal collapse.” *CSER*, 19/II/2021: “There is increasing concern that climate change poses an existential risk to humanity”.

<https://www.cser.ac.uk/resources/reframing-threat-global-warming/>.

⁶ Cf. Richards, Lupton & Allwood, cit. (2021): “There is emerging evidence of amplifying feedbacks accelerating and dampening feedbacks decelerating. These feedbacks exacerbate the possibility of runaway global warming, estimated at 8 °C or greater by 2100. Such temperature increases translate to a range of real dangers, shifting the narrow climate niche within which humans have resided for millennia.”

⁷ Cf. IPCC 31ª Sessão, Bali 26-29 Outubro de 2009, p. 90: “a ‘runaway greenhouse effect’—analogous to Venus—appears to have virtually no chance of being induced by anthropogenic activities”.

⁸ Cf. Yangyang Xu & Veerabhadran Ramanathan, “Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes”. *PNAS*, 14/IX/2017: “>1.5 °C as dangerous; >3 °C as catastrophic; and >5 °C as unknown, implying beyond catastrophic, including existential threats. With unchecked emissions, the central warming can reach the dangerous level within three decades, with the LPHI [low probability (5%) of high impact] warming becoming catastrophic by 2050”.

⁹ Cf. Timothy Lenton *et al.*, “Climate tipping points — too risky to bet against”. *Nature*, 575, 28/XI/2019, pp. 592-595.

¹⁰ Cf. Will Steffen *et al.*, “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9/VIII/2018

¹¹ Cf. Chi Xu *et al.*, “Future of the human climate niche”. 117, 21, *PNAS*, 26/V/2020, pp. 11350-11355.

¹² Cf. Reto Knutti & Gabriele C. Hegerl, “The equilibrium sensitivity of the Earth’s temperature to radiation changes”. *Nature Geosciences*, 1, November 2008, pp. 735-43; Reto Knutti, Maria A.A. Rugenstein & Gabriele C. Hegerl, “Beyond Equilibrium Climate Sensitivity”. *Nature Geosciences*, 10, 4/XI/2017, pp. 727-736; Gerald A. Meehl *et al.*, “Context for interpreting equilibrium climate sensitivity and transient climate response from the CMIP6 Earth system models”. *Science Advances*, 24/VI/2020.

¹³ Cf. Steven C. Sherwood *et al.*, “An Assessment of Earth’s Climate Sensitivity Using Multiple Lines of Evidence”. *Reviews of Geophysics*, 22/VII/2020: “We remain unable to rule out that the sensitivity could be above 4.5°C per doubling of carbon dioxide levels, although this is not likely”.

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019RG000678>.

¹⁴ Cf. Jeff Tollefson, “How hot will Earth get by 2100?” *Nature*, 22/IV/2020, pp. 444-446: “even if coal use doesn’t rise in a catastrophic way, 5°C of warming could occur by other means, including thawing permafrost”.

<https://www.nature.com/articles/d41586-020-01125-x>.

Notas da Introdução

¹⁵ Cf. Will Steffen, “Hot House Earth. Our Future in Crisis”. *Facing Future.TV*, dirigido por Stuart Scott, 6/V/2021: “We are sitting at this fork on the road. We’re not gonna have another decade to dither like we did the last decade”. <https://www.youtube.com/watch?v=wgEYfZDK1Qk&t=1347s>.

¹⁶ Sobre o conceito de Grande Aceleração, cf. Will Steffen *et al.*, *IGBP Synthesis. Global Change and the Earth System*, 2004; John McNeil & Peter Engelke, *The Great Acceleration. An environmental history of the Anthropocene since 1945*. Harvard Univ. Press, 2014; Ugo Bardi, *Extracted. How the Quest for Mineral Wealth is Plundering the Planet*, Vermont, Chelsea Green Publisher, 2014; Will Steffen *et al.*, “The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration”. *The Anthropocene Review*, 2(1), pp. 81-98; Richard Monastersky, “First atomic blast proposed as start of Anthropocene”. *Nature*, 16/I/2015: “These radionuclides, such as long-lived plutonium-239, appeared at much the same time as many other large-scale changes wrought by humans in the years immediately following the Second World War. Fertilizer started to be mass produced, for instance, which doubled the amount of reactive nitrogen in the environment, and

the amount of carbon dioxide in the atmosphere started to surge. New plastics spread around the globe, and a rise in global commerce carried invasive animal and plant species between continents. Furthermore, people were increasingly migrating from rural areas to urban centres, feeding the growth of megacities. This time has been called the Great Acceleration". ("Esses radionuclídeos, como o plutônio-239 de longa duração, apareceram ao mesmo tempo que muitas outras mudanças em grande escala causadas por humanos nos anos imediatamente após a Segunda Guerra Mundial. Fertilizantes começaram a ser produzidos maciçamente, por exemplo, o que dobrou a quantidade de nitrogênio reativo no meio ambiente, e a quantidade de CO₂ na atmosfera começou a crescer. Novos plásticos disseminaram-se pelo globo e o crescimento do comércio mundial transportou de um continente a outro espécies invasivas animais e vegetais. Além disso, as pessoas migraram crescentemente das áreas rurais para os centros urbanos, alimentando o crescimento das megacidades. Esse tempo foi chamado A Grande Aceleração").

¹⁷ O chamado Manifesto Russell – Einstein ("Notice to the world") foi redigido por Bertrand Russell e lançado em Londres em 9 de Julho de 1955, com as assinaturas de Max Born, Perry W. Bridgman, Leopold Infeld, Frederic Joliot-Curie, Herman J. Muller, Linus Pauling, Cecil F. Powell, Joseph Rotblat e Hideki Yukawa: "There lies before us, if we choose, continual progress in happiness, knowledge, and wisdom. Shall we, instead, choose death, because we cannot forget our quarrels? We appeal as human beings to human beings: Remember your humanity, and forget the rest. If you can do so, the way lies open to a new Paradise; if you cannot, there lies before you the risk of universal death". Reflexões fundamentais sobre esses anos foram propostas por Günter Anders e Michel Serres. Cf. Günter Anders, *L'obsolescence de l'homme I. Sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle* (1980). Paris, Éditions Ivrea, 2002. Tomo 2: *L'obsolescence de l'homme. Sur la destruction de la vie à l'époque de la troisième révolution industrielle*. Paris, Éditions Fario, 2011; Michel Serres, *Éclaircissements. Entretien avec Bruno Latour*. Paris, F. Bourin, 1992.

¹⁸ Cf. Tony Judt, "The crisis: Kennedy, Khrushchev, and Cuba" (1998). In *Reappraisals*. Nova York, 2008, pp. 314-340.

¹⁹ Até 1998, seriam ao todo 2.053 explosões nucleares, sendo 1.032 dos EUA, 715 da ex-União Soviética, 210 da França, 45 do Reino Unido, 4 da China, 4 da Índia e 2 do Paquistão. Cf. Isao Hashimoto, "A Time-Lapse Map of Every Nuclear Explosion since 1945" <<https://www.youtube.com/watch?v=LLCF7vPanrY>>.

²⁰ Cf. Colin N. Waters, *A Stratigraphical Basis for the Anthropocene?* Londres, Geological Society, 2014; Richard Monastersky, "First atomic blast proposed as start of Anthropocene". *Nature*, 16/I/2015.

²¹ Cf. Michelle L. Bell, Devra L. Davis & Tony Fletcher, "A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution". *Environmental Health Perspectives*, 112, 1, 2004.

²² Livros como *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society* (1964) de Herbert Marcuse e *La société du spectacle* (1967) de Guy Debord exprimiam admiravelmente essa crítica da produção do sujeito pela mercadoria. Sobre Debord, sua radicalidade política e os pontos de contato com o pensamento de Marcuse (incluindo seus limites ecológicos), cf. Gabriel F. Zacarias, *Crítica do espetáculo: o pensamento radical de Guy Debord*. São Paulo, Ed. Elefante, 2022, pp. 182-200.

²³ Cf. Vincent Bevis, "The 'Liberal World Order' Was Built with Blood". *The New York Times*, 29/V/2020; Idem, *The Jakarta Method: Washington's Anticommunist Crusade and the Mass Murder Program that Shaped Our World*, Nova York, Public Affairs, 2020.

²⁴ Vejam-se as diversas estimativas de mortes e pessoas feridas na Rússia durante a guerra em "World War II casualties of the Soviet Union". Wikipedia

²⁵ Cf. Bill Keller, "Major Soviet Paper Says 20 Million Died As Victims of Stalin". *The New York Times*, 4/II/1989.

²⁶ Em 1953, por exemplo, na Alemanha Oriental sob dominação soviética, fazia-se uso da lei marcial para reprimir o levante dos trabalhadores.

²⁷ Cf. "Russia: Closure of International Memorial is an insult to victims of the Russian Gulag". Amnesty International, 28/XII/2021; "Russian court increases jail sentence for Gulag historian". *The Guardian*, 27/XII/2021.

²⁸ Veja-se <<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW>>.

²⁹ Veja-se o documentário *How to change the world* de Jerry Rothwell, 2015.

³⁰ Cf. Barbara Ward & René Dubos, *Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*, com contribuições de 152 especialistas de 58 países.

³¹ Cf. *Blueprint for survival*, proposto por Edward (Teddy) Goldsmith e Robert Allen, assinado por mais de 30 cientistas eminentes, entre os quais Julian Huxley, Frank Fraser Darling, Peter Medawar e Peter Scott. Veja-se: <<http://www.theecologist.info/page33.html>>.

³² Cf. Donella Meadows, Dennis Meadows, Jürgen Randers, William H. Behrens III, *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Washington, A Potomoc Associates Book, 1972.

³³ Vide <<https://advisor.visualcapitalist.com/inflation-over-last-100-years/>>.

³⁴ Cf. Matthew Canfield, Molly D. Anderson & Philip McMichael, "UN Food Systems Summit 2021: Dismantling Democracy and Resetting Corporate Control of Food". *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 13/IV/2021.

³⁵ Cf. Emma Margolin, "Make America Great Again – Who said it first?" NBC News, 9/IX/2016.

³⁶ Veja-se, por exemplo, BBC, Newsnight, 10/V/2017 <<https://www.youtube.com/watch?v=edicDsSwYpk>>.

³⁷ Cf. Joe Concha, "Biden's 'Fall of Saigon' in Afghanistan presents worst moment yet of presidency". *The Hill*, 15/VIII/2021.

³⁸ Cf. Kimberly Amadeo, "OPEC Oil Embargo, Its Causes, and the Effects of the Crisis. The Truth About the 1973 Arab Oil Crisis". *The Balance*, 30/VIII/2020.

³⁹ Cf. M. King Hubbert, "Nuclear Energy and Fossil Fuels". Apresentado no encontro do American Petroleum Institute (API) de Março de 1956 em San Antonio, Texas, e publicado nesse mesmo ano em *Drilling and Production Practice*, igualmente do American Petroleum Institute: "No finite resource can sustain for longer than a brief period such a rate of growth of production; therefore, although production rates tend initially to increase exponentially, physical limits prevent their continuing to do so." (p. 8).

<<https://web.archive.org/web/20080527233843/http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf>>.

⁴⁰ Cf. Jean Fourastié, *Les Trente Glorieuses ou la révolution invisible de 1946 à 1975*. Paris: Fayard, 1979. O título alude às "Três Gloriosas", as três jornadas gloriosas de Julho de 1830 que levaram à derrocada de Charles X e à instituição de uma monarquia constitucional na França.

⁴¹ Cf. Joseph Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy* (1942), Routledge, 2003, Capítulo 7: "The process of creative destruction", p. 84: "it must be seen in its role in the perennial gale of creative destruction".

⁴² Cf. Arnold J. Toynbee *Mankind and Mother Earth*. Oxford University Press, 1976, pp. 593-596: "The present-day global set of local sovereign states is not capable of keeping the peace, and it is also not capable of saving the biosphere from man-made pollution or of conserving the biosphere's non-replaceable natural resources. (...) Will mankind murder Mother Earth or will he redeem her? (...) This is the enigmatic question which now confronts Man."

⁴³ Cf. Colin Hutchinson, *Reaganism, Thatcherism and the Social Novel*, Malgrave McMillan, 2008.

⁴⁴ A World Commission on Environment and Development foi criada em 1983 pela ONU, por iniciativa de seu Secretário-Geral, Javier Pérez de Cuéllar, que convidou Gro Harlem Brundtland para a presidir. A Comissão, vinculada ao PNUMA, passaria logo a ser conhecida por Comitê Brundtland. Seu objetivo era estabelecer um relatório sobre o meio ambiente, formulando ao mesmo tempo estratégias de governança global até 2000 (e além), capazes de compatibilizar o desenvolvimento econômico e a conservação do meio ambiente.

⁴⁵ Cf. Gro Harlem Brundtland, *Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Chairman's Foreword, 20/III/1987: "There was a time of optimism and progress in the 1960s, when there was greater hope for a braver new world, and for progressive international ideas. Colonies blessed with natural resources were becoming nations. The locals of co-operation and sharing seemed to be seriously pursued. Paradoxically, the 1970s slid slowly into moods of reaction and isolation while at the same time a series of UN conferences offered hope for greater co-operation on major issues. The 1972 UN Conference on the Human Environment brought the industrialized and developing nations together to delineate the "rights" of the human family to a healthy and productive environment. A string of such meetings followed: on the rights of people to adequate food, to sound housing, to safe water, to access to means of choosing the size of their families. The present decade has been marked by a retreat from social concerns. Scientists bring to our attention urgent but complex problems bearing on our very survival: a warming globe, threats to the Earth's ozone layer, deserts consuming agricultural land".

⁴⁶ Cf. Qin Dahe (co-diretor do IPCC-AR5): "o nível médio global do mar continuará a se elevar, mas a uma taxa mais rápida do que a observada nos últimos 40 anos" ("As the ocean warms, and glaciers and ice sheets reduce, global mean sea level will continue to rise, but at a faster rate than we have experienced over the past 40 years". "Human influence on climate clear, IPCC report says", UN and climate change, 27/IX/2014.

<<http://www.un.org/climatechange/blog/2013/09/human-influence-on-climate-clear-ipcc-report-says/>>

<https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/press_release_ar5_wgi_en.pdf>.

⁴⁷ Corey J. A. Bradshaw *et al.*, "Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future". *Frontiers of Conservation Science*, 13/1/2021: ">70% of the Earth's land surface has been altered by *Homo sapiens*."

⁴⁸ Cf. Bradshaw *et al.*, cit. (2021): "We also outline likely future trends in biodiversity decline, climate disruption, and human consumption and population growth to demonstrate the near certainty that these problems will worsen over the coming decades, with negative impacts for centuries to come".

⁴⁹ Cf. Laurie Laybourn-Langton, Lesley Rankin, Darren Baxter, "This is crisis. Facing up to the age of environmental breakdown". IPPR, Londres, fevereiro de 2019.

<<https://www.ippr.org/files/2019-02/risk-and-environment-february19.pdf>>.

⁵⁰ Cf. L. Marques, "O colapso socioambiental não é um evento, é o processo em curso". *Revista Rosa*, 1, 1, 2020.

⁵¹ Cf. Graham Lawton, "A rescue plan for the future". *New Scientist*, 20/II/2021, pp. 34-41.

⁵² Cf. Timothy Lenton *et al.*, "Climate tipping points. Too risky to bet Against". *Nature*, 575, 28/XI/2019: "We define emergency (E) as the product of risk and urgency. Risk (R) is defined by insurers as probability (p) multiplied by damage (D). Urgency (U) is defined in emergency situations as reaction time to an alert (τ) divided by the intervention time left to avoid a bad outcome (T). Thus: $E = R \times U = p \times D \times \tau / T$ The situation is an emergency if both risk and urgency are high. If reaction time is longer than the intervention time left ($\tau / T > 1$), we have lost control".

⁵³ Sobre a ideia de um planeta inabitável, pode-se ler com proveito textos também de jornalistas cientificamente informados como Mark Lynas, *Our Final Warning. Six Degrees of Climate Emergency*, Londres, 4th State, 2020 e David Wallace-Wells, *The Uninhabitable Earth. Life after warming*. Nova York, Tim Duggan Books, 2019, Sobre o livro de Wallace-Wells, veja-se o interessante debate entre o autor e Michael Mann: "The Doomed Earth Controversy". Novembro de 2017 <<https://www.youtube.com/watch?v=VfZbYcLxQBI>>.

⁵⁴ O Grupo de trabalho sobre Antropoceno da Subcomissão sobre a Estratigrafia do Quaternário assim define o Antropoceno: "O intervalo de tempo presente no qual muitas condições e processos geológicos significativos são profundamente alterados pelas atividades humanas. Estes abrangem: erosão, transportes de sedimentos associados a uma variedade de processos antropogênicos, colonização, agricultura, urbanização, aquecimento global, a composição química da atmosfera, oceanos e solos com perturbações antropogênicas significativas dos ciclos de

elementos como o carbono, nitrogênio, fósforo, vários metais, acidificação oceânica, ampliação das 'zonas mortas', perturbações da biosfera terrestre e marítima, perda de habitat, predação, invasões de espécies e as mudanças químicas mencionadas acima" <<http://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>>. Sobre o Antropoceno, veja-se: Paul J. Crutzen & Eugene F. Stoermer, "The Anthropocene". *IGBP Newsletter*, 41, 2000, p. 12; Paul J. Crutzen, "Geology of mankind". *Nature*, 415, 6867, 2002, p.23; Idem, "The Anthropocene", in E. Ehlers, T. Krafft (eds.), *Earth System Science in the Anthropocene: Emerging Issues and Problems*. Nova York, Springer, 2006; Will Steffen, Paul J. Crutzen & John McNeill, "The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?" *Ambio*, 36, 8, 2007; Will Steffen, Jacques Grinevald; Paul J. Crutzen & John McNeill, "The Anthropocene: conceptual and historical perspectives". *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 369, 2011, pp. 842-867; Jan Zalasiewicz (2015), "The Anthropocene as a potential new unit of the Geological Time Scale" <https://www.youtube.com/watch?v=y_FbbXlgkGE>; Liz-Rejane Issberner & Philippe Lena (eds.), *Brazil in the Anthropocene. Conflicts between predatory development and environmental policies*. Londres, Routledge, 2016; L. Marques "Gênese da ideia de Antropoceno", in *Capitalismo e colapso ambiental*. Editora da Unicamp, 3ª ed., 2018, capítulo 10: Antropoceno. Rumo à hipobiosfera, item 10.1, pp. 461-480.

⁵⁵ Veja-se <<http://www.igbp.net/about.4.6285fa5a12be4b403968000417.html>>.

⁵⁶ Cf. Will Steffen, Angelina Sanderson, Peter D. Tyson *et al.*, *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*. The IGBP Book Series. Springer, 2004, p. 131: "One feature stands out as remarkable. The second half of the twentieth century is unique in the entire history of human existence on Earth. Many human activities reached take-off points sometime in the twentieth century and have accelerated sharply towards the end of the century. The last 50 years have without doubt seen the most rapid transformation of the human relationship with the natural world in the history of humankind".

⁵⁷ Cf. Will Steffen, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney, Cornelia Ludwig, "The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration". *The Anthropocene Review*, 2015, 2(1), pp. 81-98; John McNeill, Peter Engelke, *The Great Acceleration. An environmental history of the Anthropocene since 1945*. Harvard Univ. Press, 2014.

⁵⁸ Cf. Steffen *et al.* (2015), cit.: "It is difficult to overestimate the scale and speed of change. In little over two generations – or a single lifetime – humanity (or until very recently a small fraction of it) has become a planetary-scale geological force".

⁵⁹ Cf. Rebecca Lindsey, "Climate Change. Global Sea Level". NOAA, 14/VIII/2020: "From 1870 to 2019, global sea level rose 0.24 inches (6.1 mm.).

⁶⁰ Cf. James E. Hansen and Makiko Sato, "Paleoclimate Implications for Human-Made Climate Change". *Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects*, 2011: "As warming increases, the number of ice streams contributing to mass loss will increase, contributing to a nonlinear response that should be approximated better by an exponential than by a linear fit. Hansen (2007) suggested that a 10-year doubling time was plausible, and pointed out that such a doubling time, from a 1 mm per year ice sheet contribution to sea level in the decade 2005-2015, would lead to a cumulative 5 m sea level rise by 2095".

⁶¹ Cf. James Hansen *et al.*, "Ice Melt, Sea Level Rise and Superstorms: Evidence from Paleoclimate Data, Climate Modeling, and Modern Observations that 2°C Global Warming is Dangerous". *Atmospheric Chemistry and Physics. An interactive open-access journal of the European Geosciences Union*, 16, 22/III/2016: "We hypothesize that ice mass loss from the most vulnerable ice, sufficient to raise sea level several meters, is better approximated as exponential than by a more linear response. Doubling times of 10, 20 or 40 years yield multi-meter sea level rise in about 50, 100 or 200 years".

⁶² Cf. IPCC AR3 Climate Change 2001: Synthesis Report: "sea level is projected to continue to rise for many centuries" <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/011.htm>>.

⁶³ Cf. Mohsen Taherkhani *et al.*, "Sea-level rise exponentially increases coastal flood frequency". *Scientific Reports*, 16/IV/2020: "We find that the odds of extreme flooding double approximately every 5 years into the future".

⁶⁴ Cf. Paul Voosen, "Seas are rising faster than ever". *Science*, 370, 20/XI/2020, p. 901.

⁶⁵ Cf. Scott A. Kulp & Benjamin H. Strauss, "New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding". *Nature Communications*, 10, 29/X/2019.

⁶⁶ Robert M. DeConto & David Pollard, "Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise". *Nature*, 531, 31/III/2016: "Today we're measuring global sea level rise in millimetres per year. We're talking about the potential for centimetres per year just from Antarctica".

⁶⁷ Citado por Alexandra Witze, "Giant cracks push imperilled Antarctic glacier to collapse". *Nature*, 14/XII/2021: "If Thwaites's eastern ice shelf collapses, ice in this region could flow up to three times faster into the sea, Pettit says. And if the glacier were to collapse completely, it would raise sea levels by 65 centimetres".

⁶⁸ Uma análise da aceleração recente do degelo na Antártida, a partir sobretudo de dados do National Snow and Ice Data Center (NSIDC), encontra-se em José Eustáquio Diniz Alves, "Recorde máximo de temperatura e de degelo na Antártida". *EcoDebate*, 18/IV/2022.

⁶⁹ Cf. Donna Lu, "Satellite data shows entire Conger ice shelf has collapsed in Antarctica". *The Guardian*, 25/III/2022.

⁷⁰ Cf. Guy Stewart Callendar, "The Composition of the Atmosphere through the Ages". *Meteorological Magazine*, 74, 1939, pp. 33-39: "It is a commonplace that man is able to speed up the processes of Nature, and he has now plunged heavily into her slow-moving carbon dioxide into the air each minute. (...) Man is now changing the composition of the atmosphere at a rate which must be very exceptional on the geological time scale".

⁷¹ Citado por Brian Kahn, “Carbon Dioxide is raising at Record Rates”. *Climate Central*, 10/III/2017: “The rate of CO₂ growth over the last decade is 100 to 200 times faster than what the Earth experienced during the transition from the last Ice Age. This is a real shock to the atmosphere.”

⁷² Cf. Caroline H. Lear *et al.*, “Geological Society of London Scientific Statement: what the geological record tells us about our present and future climate”. *Journal of Geological Society*, 178, 2020: “The current speed of human-induced CO₂ change and warming is nearly without precedent in the entire geological record, with the only known exception being the instantaneous, meteorite-induced event that caused the extinction of non-bird-like dinosaurs 66 million years ago”.

⁷³ Cf. M. Aengenheyster, Q.Y. Feng, F. van der Ploeg & H.A. Dijkstra, “The point of no return for climate action: effects of climate uncertainty and risk tolerance, *Earth System Dynamics*, 9, 2018, pp. 1085-1095: “The Earth system is currently in a state of rapid warming that is unprecedented even in geological records”.

⁷⁴ Cf. CO₂ acceleration <<https://www.co2.earth/co2-acceleration>>.

⁷⁵ Cf. NOAA <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/gl_gr.html>.

⁷⁶ Cf. George N. Somero *et al.*, “Review of the Federal Ocean Acidification Research and Monitoring Plan”. U.S. National Research Council of the National Academies (Division on Earth and Life Studies), 2013.

⁷⁷ Cf. Ken Caldeira, “The Great Climate Experiment. How far can we push the planet?” *Scientific American*, Setembro, 2012: “In geologic history, transitions from low- to high-CO₂ atmospheres typically happened at rates of less than 0.00001 degree a year. We are re-creating the world of the dinosaurs 5,000 times faster”.

⁷⁸ Cf. Mark Hertsgaard & Kyle Pope, “The media is still mostly failing to convey the urgency of the climate crisis”. *The Guardian*, 3/VI/2021.

⁷⁹ Cf. *World Scientists’ Warning to Humanity*, 16/VII/1992. Patrocinado pela Union of Concerned Scientists do MIT, redigido por Henry W. Kendall (Prêmio Nobel em Física de Partículas em 1990) e assinado por 1.700 cientistas, incluindo a maioria dos laureados com o Prêmio Nobel em diversos campos das ciências. <<https://www.ucsusa.org/resources/1992-world-scientists-warning-humanity>>.

⁸⁰ Cf. Barnosky *et al.* “Introducing the *Scientific Consensus on Maintaining Humanity’s Life Support Systems in the 21st Century: Information for Policy Makers*”

<http://consensusforaction.stanford.edu/statements/Consensus_English.pdf>.

O documento permanece aberto a subscrições em <<http://consensusforaction.stanford.edu/endorse.php>>.

⁸¹ Cf. W. Ripple *et al.*, “World Scientists’ Warning to Humanity: A Second Notice”. *BioScience*, 67, 12, XII/2017 (português: <https://scientistswarning.forestry.oregonstate.edu/sites/sw/files/Portuguese_version_11-13-17.pdf>);

W. Ripple *et al.*, “World Scientists’ Warning of a Climate Emergency”. *BioScience*, 70, 1/I/2020; W. Ripple *et al.*, “World Scientists’ Warning of a Climate Emergency 2021”. *BioScience*, 79, 28/VII/2021

⁸² Cf. Ripple *et al.* (2021): “There has been an unprecedented surge in climate-related disasters since 2019, including devastating flooding in South America and Southeast Asia, record shattering heat waves and wildfires in Australia and the Western United States, an extraordinary Atlantic hurricane season, and devastating cyclones in Africa, South Asia, and the West Pacific. There is also mounting evidence that we are nearing or have already crossed tipping points associated with critical parts of the Earth system, including the West Antarctic and Greenland ice sheets, warm-water coral reefs, and the Amazon rainforest. Given these alarming developments, we need short, frequent, and easily accessible updates on the climate emergency”.

⁸³ A Plataforma Intergovernamental de Política Científica sobre a Biodiversidade e os Serviços Ecossistêmicos (IPBES) foi estabelecida em 2012 na Cidade do Panamá por 94 governos.

⁸⁴ O IPCC (Plataforma Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas) foi estabelecido em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Sua missão é avaliar regularmente a ciência relacionada às mudanças climáticas no intuito de fornecer aos governantes e demais formuladores de políticas públicas subsídios sobre os riscos presentes e futuros implicados nessas mudanças, bem como sobre estratégias de mitigação e adaptação a seus impactos. O IPCC produziu até a presente data seis relatórios de avaliação (1990, 1995, 2001, 2007 e 2013/14 e 2021, este não ainda divulgado) e três relatórios especiais (2018 e 2019), além de um relatório sobre metodologia. Veja-se: <<https://www.ipcc.ch/reports/>>.

⁸⁵ Cf. “Scientific Outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change”. Junho de 2021. <https://www.ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_scientific_outcome.pdf>: “Under warming scenarios associated with little successful climate mitigation (RCP 8.5), abrupt disruption of ecological structure, function and services is expected in tropical marine systems by 2030, followed by tropical rain forests and higher latitude systems by 2050”.

⁸⁶ Cf. Fiona Harvey, “We’re causing our own misery: oceanographer Sylvia Earle on the need for sea conservation”. *The Guardian*, 12/VI/2021: “That’s where we’re at. That’s the next 10 years, with this new awareness of the trouble we have created for ourselves, and 2020 should have been the big wake-up call. We humans, we have to listen to the laws of nature and face up to the reality that we’re causing our own misery.”

⁸⁷ Cf. United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030): “The United Nations has proclaimed a Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) to support efforts to reverse the cycle of decline in ocean health” <<https://en.unesco.org/ocean-decade>>.

⁸⁸ Cf. The UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030): Implementation Plan, Summary: “As the world grapples with global challenges, such as the COVID-19 pandemic, climate change and biodiversity

erosion, there is little doubt that our health and well-being depend on the health and resilience of ocean ecosystems. We must take action to protect them now”. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376780>>.

⁸⁹ Veja-se *Breaking Boundaries: The Science of Our Planet*. Dirigido por John Klay, com a participação de David Attenborough, Johan Rockström, Elena Bennett, Jason Box, Carlos Nobre, Terry Hughes, Veerabhadran Ramanathan, entre outros cientistas de grande relevo. Lançado em 4 de Junho de 2021: “We are in such a dangerous point when it comes to losing species and destroying ecosystems on Earth, that we have to halt the loss of biodiversity as quickly as we ever can. Now is the time to set as a target for 2021, 2022, I mean really at the early parts of this decade, that we must aim at a zero loss of nature. The equivalent of 1.5 degrees Celsius maximum allowed warming would be zero loss of nature from now onwards.”

⁹⁰ Citado por Jonathan Watts, “Destruction of nature as dangerous as climate change, scientists warn”. *The Guardian*, 23/III/2018: “The time for action was yesterday or the day before. Governments recognise we have a problem. Now we need action, but unfortunately the action we have now is not at the level we need. We must act to halt and reverse the unsustainable use of nature or risk not only the future we want but even the lives we currently lead.”

⁹¹ Cf. Nancy Knowlton *et al.*, “Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge”. *International Coral Reef Society and Future Earth Coasts*, 2021: “The coming year and decade likely offer the last chance for international, regional, national, and local entities to change the trajectory of coral reefs from heading towards world-wide collapse to heading towards slow but steady recovery”.

⁹² Cf. IUCN, “Coral Reefs and Climate Change”, março, 2021: “Despite covering less than 0.1% of the ocean floor, reefs host more than one quarter of all marine fish species, in addition to many other marine animals”.

⁹³ Cf. Khaleda Rahman, “David Attenborough Tells G7 Climate Change Decisions 'Most Important in Human History'”. *Newsweek*, 13/VI/2021: “The natural world today is greatly diminished. That is undeniable. Our climate is warming fast. That is beyond doubt. Our societies and nations are unequal and that is sadly plain to see. But the question science forces us to address specifically in 2021 is whether as a result of these intertwined facts we are on the verge of destabilising the entire planet. If that is so, then the decisions we make this decade - in particular the decisions made by the most economically advanced nations— are the most important in human history.”

⁹⁴ Discurso proferido na seção inaugural da COP26: “We are already in trouble. The stability we all depend on is breaking. This story is one of inequality as well as instability. Today those who’ve done the least to cause this problem are being the hardest hit. Ultimately all of us will feel the impacts, some of which are now unavoidable. Is this how our story is due to end? A tale of the smartest species doomed by that all too human characteristic of failing to see the bigger picture in pursuit of short-term goals? (...) We must have carbon emissions halted this decade”. <<https://www.youtube.com/watch?v=na7QI9hV-sg>>.

⁹⁵ Além de co-diretora do GT II desse relatório especial de 2018, Debra Roberts foi autora principal do capítulo 8 (Áreas urbanas) e autora contribuinte do capítulo 12 (África) do GT II do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) de 2013, tendo sido eleita em 2015 co-diretora do GT II do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, publicado em 2021. Veja-se <<https://www.ipcc.ch/people/debra-roberts/>> (Dr. Roberts was a Lead Author of Chapter 8 (Urban Areas) and a Contributing Author to Chapter 12 (Africa) of the Working Group II contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. She was elected as Co-Chair of Working Group II for the IPCC’s Sixth Assessment cycle in 2015).

⁹⁶ “The decisions we make today are critical in ensuring a safe and sustainable world for everyone, both now and in the future. (...) The next few years are probably the most important in our history”. Veja-se a apresentação desse relatório em 8/X/2018, intitulado *Global Warming of 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* <<https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>>.

⁹⁷ Cf. IPCC, SR1.5C (full report), Foreword, p. vi: “Without increased and urgent mitigation ambition in the coming years, leading to a sharp decline in greenhouse gas emissions by 2030, global warming will surpass 1.5°C in the following decades, leading to irreversible loss of the most fragile ecosystems, and crisis after crisis for the most vulnerable people and societies.”

⁹⁸ Cf. Will Steffen *et al.*, “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene”. *PNAS*, 9/VIII/2018: “We argue that social and technological trends and decisions occurring over the next decade or two could significantly influence the trajectory of the Earth System for tens to hundreds of thousands of years and potentially lead to conditions that resemble planetary states that were last seen several millions of years ago, conditions that would be inhospitable to current human societies and to many other contemporary species”. <<http://www.pnas.org/content/early/2018/08/07/1810141115>>.

⁹⁹ “When I was on the Ted stage a decade ago, I talked about planetary boundaries that keep our planet in a state that allowed humanity to prosper. The main point is that once you transgress one, the risks start multiplying. The planetary boundaries are all deeply connected, but climate, alongside biodiversity, are core boundaries. They impact on all others. Back then, we really thought we had more time. The warning lights were on, absolutely, but no unstoppable change had been triggered. Since my talk, we have increasing evidence that we are rapidly moving away from the safe operating for humanity on Earth. Climate has reached a global crisis point. We have now had 10 years of record-breaking climate extremes. (...) We risk crossing tipping points that shift the planet from being our best resilient friend, dampening our impacts, to start working against us, amplifying the heat. For the first time, we are

forced to consider the real risk of destabilizing the entire planet. (...) The next ten years, to 2030, must see the most profound transformation the world has never known. This is our mission. This is the countdown.”

<https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_10_years_to_transform_the_future_of_humanity_or_destabilize_the_planet?language=pt>.

¹⁰⁰ “What we do between 2020 and 2030, from the evidence we have today, my conclusion is it will be the decisive decade for humanity’s future on Earth. The future is not determined. The future is in our hands. What happens over the next centuries will be determined of how we play our cards this decade”. Veja-se também a entrevista dada a Jonathan Watts, “We need bankers as well as activists... we have 10 years to cut emissions by half”. *The Guardian*, 29/V/2021.

¹⁰¹ Cf. “COP26 head Alok Sharma says he tries to be 'extremely boring'”. *BBC*, 18/VI/2021: “This is our moment. This is the decisive decade. If we don't get this right now, I'm afraid it's going to be pretty bleak for future generations. We haven't got 30 years, we've actually got less than 10 years to get this right”.

¹⁰² Cf. “Sir David King: Urgent focus needed on climate 'restoration'”. *Edie*, 18/X/2018: “This is the most serious challenge humanity has ever had to face up to. (...) Time is no longer on our side. What we continue to do, what we do that is new, and what we plan to do over the next 10 to 12 years will determine the future of humanity for the next 10,000. We need to think about climate restoration and climate repair. It’s certainly critically important to have deep and rapid emissions reductions, but there’s too much in the atmosphere today.”

¹⁰³ Cf. *The Second Warning: A Documentary Film* e William J. Ripple *et al.*, “World Scientists’ Warning to Humanity: A Second Notice”. *BioScience*, 67, 12, December 2017, pp. 1026-1028. Veja-se também William J. Ripple *et al.*, “World Scientists’ Warning of a Climate Emergency”, *BioScience*, 70, 1, 5/XI/2019.

¹⁰⁴ “We are living in a hinge point. The next couple of years will be the most important years in the history of humanity”.

<<https://communications.oregonstate.edu/oregon-state-productions/feature-film-program/second-warning-documentary-film>>.

¹⁰⁵ Cf. Ch. Figueres & T. Rivett-Carnac, *The Future We Choose. Surviving the Climate Crisis*, Nova York, 2020, pp. xxi-xxiii: “By 2050 at the latest, and ideally by 2040, we must have stopped emitting more greenhouse gases into the atmosphere than Earth can naturally absorb through its ecosystems (a balance known as net-zero emissions or carbon neutrality). In order to get to this scientifically established goal, our global greenhouse gas emissions must be clearly in decline by the early 2020s and reduced by at least 50 percent by 2030. The goal of halving emissions by 2030 represents the absolute minimum we must achieve if we are to have at least a 50 percent chance of safeguarding humanity from the worst impacts. We are in the critical decade. It is no exaggeration to say that what we do regarding emissions reductions between now and 2030 will determine the quality of human life on this planet for hundreds of years to come, if not more. If we do not halve our emissions by 2030, we are highly unlikely to be able to halve emissions every decade until we reach net zero by 2050.

¹⁰⁶ Cf. “Urgence climatique. Le SOS de 700 scientifiques”. *Libération*, 7/IX/2018: “Seuls des changements immédiats et des engagements de court terme, dans le cadre d’objectifs clairs et ambitieux à horizon 2030, peuvent nous permettre de relever le défi climatique. Celui-ci nous enseigne que le long terme dépend de décisions de court terme, lesquelles permettront aux générations futures de ne pas devoir se résigner au pire.”

¹⁰⁷ Cf. Toby Ord, *Precipice. Existential Risk and the Future of Humanity*, Nova York, 2020. No capítulo 3, voltaremos a este livro importante ao analisar o conceito de risco existencial: “Unlike many of the other risks I address, the central concern here isn’t that we would meet our end this century, but that it may be possible for our actions now to all but lock in such a disaster for the future. If so, this could still be time of the existential catastrophe – the time when humanity’s *potential* is destroyed. If there is a serious chance of this, then climate change may be even more important than is typically recognized”

¹⁰⁸ “It is time to say enough! Enough of brutalizing biodiversity; enough of killing ourselves with carbon; enough of treating nature like a toilet; enough of burning and drilling and mining our way deeper. We are digging our own graves. (...) Recent climate announcement might give the impression that we are on track to turn things around. This is an illusion”. Veja-se: <<https://www.youtube.com/watch?v=RbF4lvY6MkM>>.

¹⁰⁹ Cf. Felicia Sonmez, Colby Itkowitz & John Wagner, “Biden focuses on climate change, environmental justice”. *The Washington Post*, 27/I/2021.

¹¹⁰ Cf. Anna Philips, “Biden outpaces Trump in issuing drilling permits on public lands”. *The Washington Post*, 27/I/2022.

¹¹¹ Cf. Thomas Frank, “U.S. to release 1 million barrels of oil per day from reserves to help cut gas prices”. *CNBC*, 31/III/2022.

¹¹² Cf. Coral Davenport, “Biden Plans to Open More Public Land to Drilling”. *The New York Times*, 15/IV/2022; Katanga Johnson, “U.S. to resume oil, gas drilling on public land despite Biden campaign pledge”. *Reuters*, 15/IV/2022.

¹¹³ “If solutions within this system are so impossible to find then maybe we should change the system itself”. De resto, se alguém ainda acredita que, mantido o sistema econômico atual, as metas do Acordo de Paris têm ainda alguma chance de sucesso, que se recorde do fato de que a COP24, em Katowice, foi realizada com patrocínio da JSW, da PGE e da Tauron Polska Energy, corporações que controlam a produção de carvão na Polônia, entre muitas outras corporações, bancos e seguradoras umbilicalmente vinculadas à indústria de combustíveis fósseis. Cf. “Corporate sponsors of COP24. The corporations bankrolling UN climate conference in Katowice, Poland”.

<https://corporateeurope.org/sites/default/files/fact_files_with_logos.pdf>.

Notas do Capítulo 1

¹¹⁴ Cf. E.S. Brondízio, J. Settele, S. Díaz, H.T. Ngo, (eds.), *Global assessment report on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES 2019: “Biodiversity – the diversity within species, between species and of ecosystems – is declining faster than at any time in human history. (...) Human actions threaten more species with global extinction now than ever before”.

¹¹⁵ Cf. G. Ceballos & P. R. Ehrlich, “The misunderstood sixth mass extinction”. *Science*, 360, 6393, 2018, pp. 1080-81: “The future of life on Earth, and human well-being, depends on the actions that we take to reduce the extinction of populations and species in the next two decades”.

¹¹⁶ Cf. Rudolf Schild (ed.), *Extinctions. The History, Origins, Causes & Future of Mass Extinctions*, Cambridge (Mass.), 2011. As cinco grandes extinções em massa de espécies ocorreram: (1) final do Ordoviciano (há 440 milhões de anos); (2) tardo Devoniano (há 365 milhões de anos); (3) final do Permiano e do Paleozóico (há 251 milhões de anos); (4) final do Triássico (há 210 milhões de anos) e (5) final do Cretáceo (há 65 milhões de anos).

¹¹⁷ Cf. Richard Leakey, Roger Lewin, *The Sixth Extinction. Biodiversity and its Survival*, Londres, 1996.

¹¹⁸ Veja-se seu depoimento em “Vanishing. The extinction crisis is far worse than you think”. CNN, 2016: “The best way to envision the sixth mass extinction is to look outside and then just imagine that three out of four species that were common are gone. (...) We have this very short window of opportunity – 10 to 20 years – in which to make significant progress. Because, otherwise, we will have just moved too far down the line to recover”.

<<https://edition.cnn.com/interactive/2016/12/specials/vanishing/>>.

¹¹⁹ Cf. Sandra Díaz, Josef Settele, Eduardo Brondízio (coord.), IPBES, Summary for policymakers (Advance Unedited Version), 6/V/2019: “Seventy-five per cent of the land surface is significantly altered, 66 per cent of the ocean area is experiencing increasing cumulative impacts, and over 85 per cent of wetlands (area) has been lost”. A mesma avaliação foi externada por Sir Robert Watson, “Biodiversity on the brink: We know it is crashing”. In Living Planet Report 2020. Bending the curve of biodiversity loss, p. 12: “Seventyfive per cent of the Earth’s ice-free land surface has already been significantly altered, most of the oceans are polluted, and more than 85% of the area of wetlands has been lost”. <<https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf>>.

¹²⁰ Cf. John R. Schramski, David K. Gattie & James H. Brown, “Human domination of the biosphere: Rapid discharge of the earth-space battery foretells the future of humankind”. *PNAS*, 15/VII/2015: “Earth is a chemical battery where, over evolutionary time with a trickle-charge of photosynthesis using solar energy, billions of tons of living biomass were stored in forests and other ecosystems and in vast reserves of fossil fuels. (...) The laws of thermodynamics governing the trickle-charge and rapid discharge of the earth’s battery are universal and absolute (...) With the rapid depletion of this chemical energy, the earth is shifting back toward the inhospitable equilibrium of outer space with fundamental ramifications for the biosphere and humanity”.

¹²¹ Cf. Gregory P. Fournier *et al.*, “The Archean origin of oxygen photosynthesis and extant cyanobacterial lineages”. *Proceedings of the Royal Society B*, 29/IX/2021.

¹²² Cf. Schramski, Gattie & Brown, cit. (2015): “At the time of the Roman Empire and the birth of Christ, the earth contained ~1,000 billion tons of carbon in living biomass, equivalent to 35 ZJ of chemical energy, mostly in the form of trees in forests. In just the last 2,000 y, humans have reduced this by about 45% to ~550 billion tons of carbon in biomass, equivalent to 19.2 ZJ. The loss has accelerated over time, with 11% depleted just since 1900”.

¹²³ Cf. Thomas W. Crowther *et al.* “Mapping tree density at a global scale” *Nature*, 2/IX/2015.

¹²⁴ Sobre o conceito de “ultrapassagem” (*overshoot*), veja-se <<https://www.footprintnetwork.org/>>. Em 1970, a pegada ecológica da humanidade equivalia ainda à biocapacidade do planeta. Em 2017, essa biocapacidade correspondia a 12 bilhões de hectares globais (gha), enquanto a pegada ecológica humana atingia 20,9 bilhões de gha, um *overshoot*, portanto de 73%. Cf. William Rees, in Scientists’ Warning Europe, “What is a Sustainable Population?” World Population Day, 11/VII/2021 <<https://www.youtube.com/watch?v=o3nCFwV-9E>>.

¹²⁵ Cf. “E. O. Wilson on ants and Evolution”. BBC, 2015: “Destroying rainforest for economic gain is like burning a Renaissance painting to cook a meal” <<https://www.bbc.co.uk/sounds/play/b0639kzv>>.

¹²⁶ Cf. Emily Elhacham *et al.*, “Global human-made mass exceeds all living biomass”. *Nature*, 588, 9/XII/2020, pp. 442-444.

¹²⁷ Cf. Matthew Canfield, Molly D. Anderson & Philip McMichael, “UN Food Systems Summit 2021: Dismantling Democracy and Resetting Corporate Control of Food”. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 13/IV/2021.

¹²⁸ Cf. Rodolfo Dirzo, Hillary S. Young, Mauro Galetti, G. Ceballos, N. J. B. Isaac & Ben Collen, “Defaunation in the Anthropocene”. *Science*, 345, 6195, 25/VII/2014, pp. 401-406: “O termo defaunação, usado para denotar a perda de espécies e populações de animais selvagens, bem como declínios locais na abundância de indivíduos, deve ser considerado no mesmo sentido que desmatamento.” (“The term defaunation, used to denote the loss of both species and populations of wildlife, as well as local declines in abundance of individuals, needs to be considered in the same sense as deforestation”).

¹²⁹ Cf. James E.M. Watson *et al.*, “Catastrophic Declines in Wilderness Areas Undermine Global Environment Targets”, *Current Biology*, 7/XI/2016; Susan Minnemeyer, Peter Potapov, Lars Laestadius, “World’s Last Intact Forests Are Becoming Increasingly Fragmented”. World Resources Institute, 17/I/2017.

¹³⁰ Veja-se a entrevista concedida por Pauly a Richard Schiffman, “Bringing Fisheries Back from the Brink”. *Scientific American*, 23/IX/2021.

¹³¹ Cf. Gerardo Ceballos, Anne H. Ehrlich, Paul R. Ehrlich, *The annihilation of nature. Human extinction of birds and mammals*, Johns Hopkins Univ. Press, 2015; Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich & Rodolfo Dirzo, “Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines”. *PNAS*, 25/VII/2017; Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich & Peter H. Raven, “Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction”. *PNAS*, 117, 16/VI/2020.

¹³² “Diversidade biológica significa a variabilidade dos organismos vivos de qualquer origem, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais eles fazem parte. Isso compreende a diversidade no seio das espécies e entre as espécies, bem como a dos ecossistemas” (Convenção da Diversidade Biológica, 2000, p. 9).

¹³³ Contemplando quatro regiões do mundo, o relatório foi construído ao longo de três anos com contribuições de mais de 550 especialistas de mais de cem países, que analisaram mais de 15 mil estudos e relatórios governamentais. Foi aprovado pelos governos de 132 países. Cf. Jeff Tollefson, “Humans are driving one million species to extinction”. *Nature*, 6/V/2019.

¹³⁴ Cf. IPBES, “Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session”. Paris, 4 de maio de 2019, p. XVI: “Human actions threaten more species with global extinction now than ever before. An average of around 25% of species in assessed animal and plant groups are threatened, suggesting that around 1 million species already face extinction, many within decades, unless action is taken to reduce the intensity of drivers of biodiversity loss. Without such action, there will be a further acceleration in the global rate of species extinction, which is already at least tens to hundreds of times higher than it has averaged over the past 10 million years”.

https://ipbes.net/sites/default/files/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf.

¹³⁵ Cf. Peter M. Vitousek, Harold A. Mooney, Jane Lubchenco & Jerry M. Melillo, “Human Domination of Earth’s Ecosystems”. *Science*, 277, 5325, 25/VII/1997, p. 10: “Rates of extinction are difficult to determine globally, in part because the majority of species on Earth have not yet been identified. Nevertheless, recent calculations suggest that rates of species extinction are now on the order of 100 to 1000 times those before humanity’s dominance of Earth”; Smithsonian National Museum of Natural History. “Extinction over time”: “Scientists agree that today’s extinction rate is hundreds, or even thousands, of times higher than the natural baseline rate. Judging from the fossil record, the baseline extinction rate is about one species per every one million species per year”; Kenneth V. Rosenberg *et al.*, “Decline of the North American Avifauna”. *Science*, 366, 6461, 4/X/2019, p. 120: “Habitat loss, climate change, unregulated harvest, and other forms of human-caused mortality have contributed to a thousand-fold increase in global extinctions in the Anthropocene compared to the presumed prehuman background rate.”

¹³⁶ Cf. John Lawton & Robert M. May (eds.), *Extinction Rates*, Oxford, 1995; Peter M. Vitousek, Harold A. Mooney, Jane Lubchenco & Jerry M. Melillo, “Human Domination of Earth’s Ecosystems”. *Science*, 277, 5325, 25/VII/1997, pp. 494-499: “Recent calculations suggest that rates of species extinction are now on the order of 100 to 1000 times those before humanity’s dominance of Earth”.

¹³⁷ Cf. Millenium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being. Synthesis*, 2005, p. 38.

<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

¹³⁸ Cf. James Randerson, “Science Weekly Extra: EO Wilson on biodiversity” (podcast). *The Guardian*, 30/XI/2009.

¹³⁹ Cf. Jurriaan M. De Vos *et al.*, “Estimating the normal background rate of species extinction”. *Conservation Biology*, 26/VIII/2014: “A key measure of humanity’s global impact is by how much it has increased species extinction rates. Familiar statements are that these are 100–1000 times pre-human or background extinction levels. (...) Previous researchers chose an approximate benchmark of 1 extinction per million species per year (E/MSY). (...) We concluded that typical rates of background extinction may be closer to 0.1 E/MSY. Thus, current extinction rates are 1,000 times higher than natural background rates of extinction and future rates are likely to be 10,000 times higher”.

¹⁴⁰ Cf. Dirzo *et al.*, *cit.* (2014), p. 401: “Of a conservatively estimated 5 million to 9 million animal species on the planet, we are likely losing ~11,000 to 58,000 species annually (15,16). However, this does not consider population extirpations and declines in animal abundance within populations”.

¹⁴¹ Cf. Díaz, Settele, Brondizio, IPBES, 2019, Summary for Policymakers, (cit.), p. 13: “Habitat loss and deterioration, largely caused by human actions, have reduced global terrestrial habitat integrity by 30 per cent relative to an unimpacted baseline; combining that with the longstanding relationship between habitat area and species numbers suggests that around 9 per cent of the world’s estimated 5.9 million terrestrial species – more than 500,000 species – have insufficient habitat for long-term survival, are committed to extinction, many within decades, unless their habitats are restored (established but incomplete)”

¹⁴² Cf. IPBES, Report (cit.), 2019, Summary for policymakers, p. 24: “Human actions have already driven at least 680 vertebrate species to extinction since 1500”.

https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf.

¹⁴³ Cf. Gerardo Ceballos *et al.*, “Accelerated modern human-induced specieslosses: Entering the sixth mass extinction.” *Science Advances*, Junho de 2015; Corey J. A. Bradshaw *et al.*, “Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future”. *Frontiers of Conservation Science*, 13/I/2021;

¹⁴⁴ Cf. “Over 900 species of animals have become extinct according to latest IUCN Red List”. *Down to Earth*, 5/IX/2021.

¹⁴⁵ Cf. Kate Nakamura, “22 Animals That Went Extinct in the US in 2021 – and How to Take Action for Biodiversity”. *Global Citizen*, 14/XII/2021.

¹⁴⁶ Cf. Philip J. Bishop *et al.*, “The Amphibian Extinction Crisis - What will it take to put the action into the Amphibian Conservation Action Plan?”. *Sapiens*, 5, 2, 2012 IUCN Commissions: “Although amphibians have survived multiple previous global mass extinctions, in the last 20-40 years precipitous population declines have taken place on a scale not previously seen”.

¹⁴⁷ Cf. BirdLife International (2018), *State of the world's birds: taking the pulse of the planet*. Cambridge, UK, 2018, pp. 11-12 <https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/BL_ReportENG_V11_spreads.pdf>.

¹⁴⁸ Cf. Neil Cox *et al.*, “A global reptile assessment highlights shared conservation needs of tetrapods”. *Nature*, 27/IV/2022: “at least 1,829 out of 10,196 species (21.1%) are threatened. (...) Reptiles are threatened by the same major factors that threaten other tetrapods—agriculture, logging, urban development and invasive species—although the threat posed by climate change remains uncertain”.

¹⁴⁹ Cf. Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich & Rodolfo Dirzo, “Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines”. *PNAS*, 25/VII/2017: “The strong focus on species extinctions, a critical aspect of the contemporary pulse of biological extinction, leads to a common misimpression that Earth's biota is not immediately threatened, just slowly entering an episode of major biodiversity loss. This view overlooks the current trends of population declines and extinctions. (...) In the 177 mammals for which we have detailed data, all have lost 30% or more of their geographic ranges and more than 40% of the species have experienced severe population declines (>80% range shrinkage). Our data indicate that beyond global species extinctions Earth is experiencing a huge episode of population declines and extirpations, which will have negative cascading consequences on ecosystem functioning and services vital to sustaining civilization. We describe this as a “biological annihilation” to highlight the current magnitude of Earth's ongoing sixth major extinction event”.

¹⁵⁰ *Ibid.*: “The extremely high degree of population decay in vertebrates, even in common ‘species of low concern’”.

¹⁵¹ Cf. WWF, em colaboração com a Zoological Society of London (ZSL) e a Global Footprint Network, *Living Planet Report 2012. Biodiversity. Biocapacity and Better Choices*. Gland, 2012.

¹⁵² Cf. “Why are jaguars targeted for the wildlife trade?”. Mongabay explains, 2/XII/2020.

¹⁵³ Cf. Henry S. Pollock *et al.*, “Long-term monitoring reveals widespread and severe declines of understory birds in a protected Neotropical forest”. *PNAS*, 4/IV/2022: “Estimated abundances of 40 (~70%) species declined over the sampling period, whereas only 2 increased. Furthermore, declines were severe: 35 of the 40 declining species exhibited large proportional losses in estimated abundance, amounting to ≥50% of their initial estimated abundances. (...) These widespread, severe declines are particularly alarming, given that they occurred in a relatively large (~22,000-ha) forested area in the absence of local *fragmentation* or recent land-use change. Our findings provide robust evidence of tropical bird declines in intact forests and bolster a large body of literature from temperate regions suggesting that bird populations may be declining at a global scale”.

¹⁵⁴ Cf. Kenneth V. Rosenberg *et al.*, “Decline of the North American Avifauna”. *Science*, 366, 6461, 4/X/2019, pp. 120-24.

¹⁵⁵ Cf. Rosenberg *et al.*, cit. (2019), p. 124: “Population loss is not restricted to rare and threatened species, but includes many widespread and common species that may be disproportionately influential components of food webs and ecosystem function”.

¹⁵⁶ Cf. Fiona Burns *et al.*, “Abundance decline in the avifauna of the European Union reveals cross-continental similarities in biodiversity change”. *Ecology and Evolution*, 11, 23, 15/XI/2021, pp. 16647-16660: “We estimate a decline of 17–19% in the overall breeding bird abundance since 1980: a loss of 560–620 million individual birds. Both total and proportional declines in bird numbers are high among species associated with agricultural land”.

¹⁵⁷ Cf. Gary Dagorn & Stéphane Foucart, “Porquoi les pesticides sont bien l'une des causes du déclin des oiseaux”. *Le Monde*, 29/III/2018.

¹⁵⁸ Em 2019, o IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) publicou sua primeira avaliação da biodiversidade planetária, intitulada *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Esse relatório baseia-se na avaliação de quase 15 mil referências bibliográficas e na expertise de mais de 150 cientistas de mais de 50 países.

¹⁵⁹ Cf. WWF, em colaboração com a Zoological Society of London, *Living Planet Report 2020. Bending the Curve of Biodiversity Loss*. Gland, 2020.

¹⁶⁰ Cf. Marco Lambertini, “8 Million Reasons to Safeguard Nature”. *Living Planet Report 2020. Bending the curve of biodiversity loss*: “Nature is declining globally at rates unprecedented in millions of years. The way we produce and consume food and energy, and the blatant disregard for the environment entrenched in our current economic model, has pushed the natural world to its limits.”

<<https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf>>.

¹⁶¹ Cf. Will Steffen *et al.* “Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet”. *Science*, 15/I/2015. Veja-se também Johan Rockström *et al.*, “A safe operating space for humanity”. *Nature*, 461, 24/9/2009, pp. 472-475; Johan Rockström & Anders Wijkman, *Bankrupting Nature. Denying our Planetary Boundaries. A Report to the Club of Rome*, Londres, Routledge, 2012.

¹⁶² “There is no such thing as sustainable seafood in a dying ocean.”

¹⁶³ Cf. *The Second Ocean Assessment*, ONU, 2021, Volume 1, p. 5: “The ocean covers more than 70 per cent of the surface of the planet and forms 95 per cent of the biosphere”.

¹⁶⁴ Cf. Daniel Steadman *et al.*, *New perspectives on an old fishing practice: Scale, context and impacts of bottom trawling*, 2021

<https://www.fauna-flora.org/app/uploads/2021/12/FFI_2021_New-perspectives-on-an-old-fishing-practice.pdf>.

¹⁶⁵ Cf. S. Sully *et al.*, “A global analysis of coral bleaching over the past two decades”. *Nature Communications*, 20/III/2019; Damien Cave, “Can’t Cope: Australia’s Great Barrier Reef Suffers 6th Mass Bleaching Event”. *The New York Times*, 25/III/2022.

¹⁶⁶ Cf. *The Sixth Status of Corals of the World: 2020 Report*: “Coral reefs occur in more than 100 countries and territories and whilst they cover only 0.2% of the seafloor, they support at least 25% of marine species and underpin the safety, coastal protection, wellbeing, food and economic security of hundreds of millions of people”.

¹⁶⁷ Cf. Lisa-ann Gershwin. *Stung! On Jellyfish Blooms and the Future of the Ocean*. University of Chicago Press, 2013.

¹⁶⁸ Cf. Helen Davidson, “Marine expert warns of climate emergency as fish abandon tropical waters”. *The Guardian*, 15/VI/2017. Segundo Daniel Pauly, o aquecimento oceânico já está impactando as espécies marinha, promovendo um deslocamento a uma taxa de cerca de 50 km por década em direção a latitudes mais elevadas, em busca de temperaturas ideais para alimentação e desova (warmer waters are pushing marine species away from the equator at a rate of about 50km per decade as they followed the ideal temperatures for feeding and spawning).

¹⁶⁹ Citado por Helen Davidson, “Marine expert warns of climate emergency as fish abandon tropical waters”. *The Guardian*, 15/VI/2017: “Warmer waters were pushing marine species away from the equator at a rate of about 50 km per decade as they followed the ideal temperatures for feeding and spawning”.

¹⁷⁰ Cf. Michael Le Page, “How climate change hits nature”. *New Scientist*, 10/IV/2021, pp. 41-45.

¹⁷¹ Cf. Erik Stokstad, “Climate change threatens one of world’s biggest fish harvests”. *Science*, 6/I/2022; Clémentine Thiberge, “Les petits poissons pourraient remplacer les gros”. *Le Monde*, 8-10/I/2022.

¹⁷² Cf. *The Second Ocean Assessment*, ONU, 2021, Volume 1, p. 8: “The number of hypoxic zones (...) has increased from more than 400 globally in 2008 to approximately 700 in 2019. The ecosystems most affected include the northern part of the Gulf of Mexico, the Baltic Sea, the North Sea, the Bay of Bengal, the South China Sea and the East China Sea. It is estimated that coastal anthropogenic nitrogen inputs will double during the first half of the twenty-first century”.

<<https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/2011859-e-woa-ii-vol-i.pdf>>.

¹⁷³ Cf. “How chemical pollution is suffocating the sea”. *The Economist*, 6/I/2022; EPA, “Northern Gulf of Mexico Hypoxic Zone” <<https://www.epa.gov/ms-htf/northern-gulf-mexico-hypoxic-zone>>.

¹⁷⁴ Cf. Chunyan Wang *et al.*, “Critical review of global plastics stock and flow data”. *Journal of Industry ecology*, 25, 5, 9/IV/2021, pp. 1300 - 1317.

¹⁷⁵ Jenna R. Jambeck *et al.*, “Plastic waste inputs from land into the ocean”. *Science*, 13/II/2015.

¹⁷⁶ Cf. IUCN, “Marine plastic pollution”. Novembro de 2021; Margherita Pucino *et al.*, *Plastic pollution. Hotspotting and Shaping Action*, IUCN, PNUMA, Dezembro de 2020.

¹⁷⁷ Cf. “Plastic in our oceans is killing our marine mammals”. WWF, 1/VII/2021.

¹⁷⁸ Cf. Daniel Pauly & Dirk Zeller, “Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining”. *Nature Communications*, 7, 19/I/2016

¹⁷⁹ Cf. Peter Yeung, “Illegal overfishing by Chinese trawlers leaves Sierra Leone locals ‘starving’”. *The Guardian*, 1/II/2022.

¹⁸⁰ Cf. “How Europe is involved in overfishing in West Africa”. *Le Journal 2l’Afrique*, 2/VIII/2021.

¹⁸¹ Ecorregiões oceânicas são áreas que cobrem as regiões costeiras e as plataformas marítimas até 200 metros de profundidade.

¹⁸² Cf. M.L.D. Palomares *et al.*, “Fishery biomass trends of exploited fish populations in marine ecoregions, climatic zones and ocean basins”. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243, 30/IX/2020: “Overall, the results suggest a consistent decline in the fishery biomass of exploited populations, in virtually all climatic zones and ocean basins in the world”.

¹⁸³ Cf. Palomares *et al.*, cit. (2020): “The last five-year averages (2010–2014) of current fishery exploited population biomass relative to the biomass deemed optimal for achieving Maximum Sustainable Yield for all the assessed populations suggest that only 18% of all the assessed populations might be deemed ‘healthy’, with exploited population biomass values above the level deemed optimal for maximum sustainable fisheries yield. The rest of the populations, i.e., 82% of all assessed populations, are in various states of depletion relative to the biomass levels with regards to maximizing sustainable fisheries yield”.

¹⁸⁴ Cf. Michelle Paleczny *et al.*, “Population Trend of the World’s Monitored Seabirds, 1950-2010”. *Plos One*, 10, 6, 2015: “Seabirds are particularly good indicators of the health of marine ecosystems. When we see this magnitude of seabird decline, we can see there is something wrong with marine ecosystems”.

¹⁸⁵ Cf. Richard Schiffman, “Bringing Fisheries Back from the Brink”. *Scientific American*, 23/IX/2021: “Dead zones without oxygen are spreading; fish are getting smaller and smaller both because of being caught and also because of global warming. (...) I have described the form of fishing where you devastate one area, then move on to another, as a Ponzi scheme. As long as you find new suckers, you can go on. Bernie Madoff got money from investors and then paid them back with the money he got from new investors. That works so long as you find new investors, right? But ultimately you run out of investors—you run out of new areas to fish—and the whole thing collapse”.

¹⁸⁶ Cf. L. Marques, *Capitalismo e colapso ambiental* (2015), Ed. da Unicamp, 3ª ed., 2018, capítulo 4: Combustíveis fósseis.

¹⁸⁷ Cf. Emily Guidry Schatzel, “Five Years after BP Oil Spill: Focus Should Be on Continued Need for Restoration”. *National Wildlife Federation*, 16/IV/2015.

-
- ¹⁸⁸ Cf. “Sea Turtles, Dolphins, and Whales - 10 years after the Deepwater Horizon Oil Spill”, NOAA Fisheries, 2020: “An estimated 4,900–7,600 large juvenile and adult sea turtles and between 56,000–166,000 small juvenile sea turtles were killed by the spill. Furthermore, an estimated 35,000 hatchlings were lost due to the effects of the spill and associated clean-up activities on sea turtle nesting beaches”.
- ¹⁸⁹ Cf. Douglas Santos, “Vazamento de petróleo completa em ano sem solução”. WWF, 11/VIII/2020.
- ¹⁹⁰ Cf. Natasha Dado, “Thousands of animals dead, dozens of alligators sickened after diesel spill near New Orleans”. *Yahoo News*, 14/I/2022.
- ¹⁹¹ Cf. “Peru oil spill after Tonga eruption bigger than previously thought”. BBC, 29/I/2022.
- ¹⁹² Cf. UNESCO, “Facts and Figures on Marine Pollution”: “Plastic debris causes the deaths of more than a million seabirds every year, as well as more than 100,000 marine mammals”.
- ¹⁹³ Cf. Díaz, Settele, Brondízio, IPBES, Summary for Policymakers, cit., p. 7: “A synthesis of many studies estimates that the fraction of species at risk of climate-related extinction is 5 per cent at 2°C warming. (...) Coral reefs are particularly vulnerable to climate change and are projected to decline to 10-30 per cent of former cover at 1.5°C warming and to less than 1 per cent at 2°C warming”.
- ¹⁹⁴ Cf. Le Page, cit. (2021), p. 42.
- ¹⁹⁵ Cf. Erika Berenguer *et al.*, “Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests”. *PNAS*, 118 (30), 27/VII/2021.
- ¹⁹⁶ Cf. Kate Abnett, “From Siberia to the U.S., wildfires broke emissions records this year”. *Reuters*, 6/XII/2021.
- ¹⁹⁷ Cf. José A. Marengo *et al.*, “Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019-2020: Characterization, Causes and Impacts”. *Frontiers in Water*, 23/II/2021.
- ¹⁹⁸ Cf. Amaury Ribeiro Jr., “Polícia Federal já tem provas para indiciar fazendeiros de MS por queimadas no Pantanal”. *UOL*, 25/IX/2021.
- ¹⁹⁹ Cf. Daniel Ito, “Pantanal: Estudo aponta morte de 17 milhões de animais em queimadas”. *Agência Brasil EBC*, 16/IX/2021.
- ²⁰⁰ Cf. Jorge F. S. Menezes *et al.*, “Deforestation, fires, and lack of governance are displacing thousands of jaguars in Brazilian Amazon”. *Conservation Science and Practice*, 3, 8, agosto de 2021.
- ²⁰¹ Cf. WWF, *Australia’s 2019-2020 Bushfires: The Wildlife Toll. Interim Report*, Julho de 2020.
- ²⁰² Cf. Michelle Ward *et al.*, “Impact of 2019-2020 mega-fires on Australian fauna habitat”. *Nature Ecology & Evolution*, 4, 2020, pp. 1321-1326.
- ²⁰³ Cf. “An Australian drought is killing millions of kangaroos”. *The Economist*, 18/XII/2019.
- ²⁰⁴ Cf. Laura Naranjo, “The Blob”. EarthData, NASA, 2018 <<https://earthdata.nasa.gov/learn/sensing-our-planet/blob>>; Warren Cornwall, “Ocean heat waves like the Pacific’s deadly ‘Blob’ could become the new normal”. *Science*, 31/I/2019.
- ²⁰⁵ Cf. Leyland Cecco, “Heat dome probably killed 1 bn marine animals on Canada coast, experts say”. *The Guardian*, 8/VII/2021.
- ²⁰⁶ Cf. IUCN, “Coral Reefs and Climate Change”, março, 2021: “Despite covering less than 0.1% of the ocean floor, reefs host more than one quarter of all marine fish species, in addition to many other marine animals”.
- ²⁰⁷ Cf. Nancy Knowlton *et al.*, “Rebuilding Coral Reefs: A Decadal Grand Challenge”. International Coral Reef Society and Future Earth Coasts, 2021, p. 12: “The cumulative result of past damages is the loss of at least half of the living coral cover on reefs since the 1870s with losses accelerating in recent decades 51. In addition, even reefs that have retained similar levels of live coral cover have already undergone dramatic shifts in their species composition”.
- ²⁰⁸ Cf. “Onda de calor provoca prejuízos no campo e mata 400 mil aves”. *Canal Rural*, 18/I/2022.
- ²⁰⁹ Cf. Fiona MacDonald, “One of the World’s Wealthiest Oil Exporters Is Becoming Unlivable”. *Bloomberg*, 16/I/2022: “Dead birds appear on rooftops in the brutal summer months, unable to find shade or water. Vets are inundated with stray cats, brought in by people who’ve found them near death from heat exhaustion and dehydration. Even wild foxes are abandoning a desert that no longer blooms after the rains (...). This is why we are seeing less and less wildlife in Kuwait, it’s because most of them aren’t making it through the season”.
- ²¹⁰ Cf. Haldre S. Rogers *et al.*, “Cascading Impacts of Seed Disperser Loss on Plant Communities and Ecosystems”. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 8/IX/2021: “Seed dispersal is key to the persistence and spread of plant populations. Because the majority of plant species rely on animals to disperse their seeds, global change drivers that directly affect animals can cause cascading impacts on plant communities”.
- ²¹¹ Cf. Evan C. Fricke *et al.*, “The effects of defaunation on plants capacity to track climate change”. *Science*, 375, 6577, 13/I/2022, pp. 210-214: “We conservatively estimate that mammal and bird defaunation has already reduced the capacity of plants to track climate change by 60% globally. This strong reduction in the ability of plants to adapt to climate change through range shifts shows a synergy between defaunation and climate change that undermines vegetation resilience”.
- ²¹² Cf. United Nations Development Program (UNDP/FAO), 2015: *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Goal 15: Life on Land: “Forests are home to more than 80 percent of all terrestrial species of animals, plants and insects”. <<http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-15-life-on-land.html>>.
- ²¹³ Cf. James E.M. Watson *et al.*, “Catastrophic Declines in Wilderness Areas Undermine Global Environment Targets”, *Current Biology*, 7/XI/2016: “It is estimated that 32% of the total global stock of forest biomass carbon is stored in the boreal forest biome and that the Amazon region stores nearly 38% (86.1 Pg C) of the carbon (228.7 Pg C) found above

²³³ Cf. Jim Robbins, “The Rapid and Startling Decline Of World’s Vast Boreal Forests”. *Yale environment*360, 12/X/2015.

²³⁴ Cf. “Boreal forests challenged by global change”. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 21/VIII/2015: “As zonas climáticas nas florestas boreais estão se movendo para o norte dez vezes mais rápido do que a capacidade de migração das árvores. Condições climáticas mais quentes e secas e maior variabilidade do clima podem já ter contribuído para o aumento da extensão dos incêndios florestais e a disseminação de surtos de insetos perigosos”. (“Climate zones in boreal forests are moving northwards ten times faster than the trees’ ability to migrate. Warmer and drier conditions and enhanced variability of climate may have already contributed to increased extent of wildfires, and the spread of outbreaks of dangerous insects”).

http://www.iiasa.ac.at/web/home/about/news/150821_boreal_forests.html.

²³⁵ Cf. IPCC, *Global Warming of 1.5°C*, Summary for Policy makers, B.3.2 e B.3.3: “Approximately 4% (interquartile range 2–7%) of the global terrestrial land area is projected to undergo a transformation of ecosystems from one type to another at 1°C of global warming. High-latitude tundra and boreal forests are particularly at risk of climate change-induced degradation and loss, with woody shrubs already encroaching into the tundra (high confidence) and this will proceed with further warming.”

²³⁶ Cf. Pekka Leskinen *et al.*, *Russian Forests and Climate Change. What Science Can Tell Us 11*. European Forest Institute, 2020, p. 19: “Around two-thirds of all the forests in the Russian Federation are growing on permafrost, which is widely spread in Siberia and the Russian Far East”.

²³⁷ Cf. Fred Pearce, “Will Russia’s Forests Be an Asset or an Obstacle in Climate Fight?”. *Yale Environment*360, 15/VII/2021.

²³⁸ Cf. Oliver Yorke, “Deforestation in Russia: Depleting the Lungs of the World”. *Earth.org*, 19/XI/2020; Miodrag Soric, “Russia’s forests threatened by illegal logging”. *DW*, 25/III/2019.

²³⁹ Cf. “Joint Statement of the Russian Federation and the People’s Republic of China on the International Relations Entering a New Era and the Global Sustainable Development”, 4/II/2022: “Friendship between the two States has no limits, there are no “forbidden” areas of cooperation”.

<https://static.poder360.com.br/2022/02/comunicado-conjunto-china-russia-4-fev-2022.pdf>.

²⁴⁰ Cf. The Observatory of Economic Complexity – OEC, “Russia and China Trade 2020”.

²⁴¹ Cf. Safford & Vallejo (cit.), 2019: “Between 2001 and 2007, the boreal forest in central Siberia experienced >3 times more burned area and >16 times more fires than Canada on an equal area basis. In Russia, 86% of fires were human caused, while 80% of fires in Canada were ignited by lightning”.

²⁴² Cf. Robyn Dixon, “Siberia’s wildfires are bigger than all the world’s other blazes combined”. *The Washington Post*, 11/VIII/2021.

²⁴³ Cf. Copernicus Atmosphere Monitoring Service, “Copernicus: A summer of wildfires saw devastation and record emissions around the Northern Hemisphere”, 21/IX/2021: “Estimated CO₂ emissions from wildfires in Russia as a whole from June to August amounted to 970 megatonnes, with the Sakha Republic and Chukotka accounting for 806 megatonnes” <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-summer-wildfires-saw-devastation-and-record-emissions-around-northern-hemisphere>.

²⁴⁴ Cf. Courtenay Lewis e Ashley Jordan, “By a Thousand Cuts: How Powerful Companies’ Wood Sourcing is Degrading Canada’s Boreal Forest”. NRDC, 2021: “Between 1996 and 2015, forestry activities logged an area the size of Ohio in Canada’s boreal forest. In recent years, Canada has ranked globally behind only Russia and Brazil in its rate of intact forest landscape loss” <https://www.nrdc.org/sites/default/files/thousand-cuts-wood-sourcing-canadas-boreal-report.pdf>.

²⁴⁵ Cf. Jeffrey V. Wells *et al.*, “The State of Conservation in North America’s Boreal Forest: Issues and Opportunities”. *Frontiers in Forest and Global Change*, 30/VII/2020: “In recent decades, the size and frequency of fires has increased, especially in the Alaskan and western Canada portions of the biome, perhaps to a level that has not occurred in the last 10,000 years”.

²⁴⁶ Cf. Chen Ly, “World would be 1°C warmer without cooling effect of tropical forests”. *New Scientist*, 24/III/2022: “Between 50 degrees north and south of the equator, forests have a global cooling effect of at least 1°C when both biophysical effects and carbon locking is considered. A third of this cooling can be attributed to biophysical mechanisms alone”. O artigo baseia-se nos resultados do trabalho de Deborah Lawrence *et al.*, The Unseen Effects of Deforestation: Biophysical Effects on Climate”. *Frontiers in Forest and Global Change*, 24/III/2022.

²⁴⁷ Cf. John Alroy, “Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity”. *PNAS*, 114, 6/VI/2017, pp. 6056-6061: “The current mass extinction will play out largely in tropical forests because the Earth’s terrestrial biodiversity is heavily concentrated in these ecosystems. Global climate change may prove to be catastrophic for tropical trees and other organisms. However, the most pressing immediate problem is massive and accelerating deforestation, which removed about 5% of global cover in the decade between 2000 and 2010”.

²⁴⁸ Cf. Ronald C. Estoque *et al.*, “The future of the Southeast Asia’s forests”. *Nature Communications*, 23/IV/2019: “Tropical forests occupy only about 7% of the earth’s land surface but are home to nearly two-thirds of the world’s floral and faunal diversity”. Veja-se também Cf. Xingli Giam, “Global biodiversity loss from tropical deforestation”. *PNAS*, 26/V/2017: “Tropical forests are incredibly biodiverse; they support at least two-thirds of the world’s biodiversity (1) despite covering less than 10% of Earth’s land surface”.

²⁴⁹ Cf. IPBES, *Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session*, Abril-Maio, 2019, p. 7: “The rate of loss of intact tropical forest landscapes has increased threefold in 10 years due to industrial logging, agricultural expansion, fire and mining (well established)”.

²⁵⁰ Cf. *State of Tropical Rainforest*, Rainforest Foundation Norway, 2019

<https://d5i6is0eze552.cloudfront.net/documents/Publikasjoner/Andre-rapporter/RF_StateOfTheRainforest_2020.pdf?mtime=20210505115205>.

²⁵¹ Cf. P. Pacheco *et al.*, “Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world. WWF, 2021, p. 8.

²⁵² Cf. Mikaela Weisse & Liz Goldman, “Primary Rainforest Destruction Increased 12% from 2019 to 2020”. *Global Forest Watch*, 31/III/2021: “The tropics lost 12.2 million hectares of tree cover in 2020, according to new data from the University of Maryland and available on Global Forest Watch. Of that, 4.2 million hectares, an area the size of the Netherlands, occurred within humid tropical primary forests, which are especially important for carbon storage and biodiversity. The resulting carbon emissions from this primary forest loss (2.64 Gt CO₂) are equivalent to the annual emissions of 570 million cars, more than double the number of cars on the road in the United States”.

²⁵³ Cf. Boyd A. Synburn *et al.*, “The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change. The Lancet Commission Report”. *The Lancet*, 393, 10173, 23/II/2019: “Malnutrition in all its forms, including obesity, undernutrition, and other dietary risks, is the leading cause of poor health globally” (...) Malnutrition, including both micronutrient deficiencies or so-called “hidden hunger” as well as overweight and obesity now plague ~3.4 billion people worldwide. As a result, the FAO now identifies non-communicable diseases from poor diets as the number one cause of premature death globally”.

²⁵⁴ Cf. Canfield, Anderson & McMichael, cit. (2021).

²⁵⁵ Citado por Mathews e colegas, cit. (2021): “The U.S. has always maintained that self-sufficiency and food security are not one and the same. Food security—the ability to acquire the food you need when you need it—is best provided through a smooth-functioning world market”.

²⁵⁶ Cf. Charlie Shield, “Seed monopolies: Who controls the world’s food supply?” *DW*, 8/IV/2021.

²⁵⁷ Cf. FAO, “Conserving plant genetic diversity crucial for future food security”, 26/X/2010.

²⁵⁸ Cf. Koen Deconinck, “Concentration in Seed Markets. Potential Effects and Policy Responses”. OECD, Paris, 2018, p. 29 e Figura 2.10.

²⁵⁹ Cf. Deconinck, OECD, cit. (2018), pp. 120-121, Tabelas 5.2 e 5.3

²⁶⁰ Cf. “The use of pesticides in developing countries and their impact on health and the right to food”. Policy Department for External Relations. European Parliament, Janeiro de 2021, Figura 2.1, Scale of use.

²⁶¹ “The Dangers of Pesticides to Wildlife”. Defenders of Wildlife: “Many of us are familiar with Rachel Carson’s seminal work, *Silent Spring*. But far fewer are aware that more pesticides are used today than at the time her book was published in 1962. (...) Many of our most commonly and newer chemicals are equally or more dangerous to wildlife and some harmful compounds closely related to DDT are still in use”.

²⁶² Cf. Oliver Milman, “Two widely used pesticides likely to harm 97% of endangered species in the US.” *The Guardian*, 7/IV/2016.

²⁶³ Cf. R. M. May, “How Many Species are there on Earth?” *Science*, 241, 4872, 16/IX/1988, pp. 1441-1449.

²⁶⁴ Cf. Leakey & Lewin, cit. (1996), pp. 38-39.

²⁶⁵ Cf. Díaz, Settele, Brondízio, IPBES, 2019, Summary for Policymakers, (cit.), p. 24: “The proportion of insect species threatened with extinction is a key uncertainty, but available evidence supports a tentative estimate of 10 per cent (established but incomplete)”.

²⁶⁶ Cf. Dirzo *et al.* cit., (2014), p. 401: “Globally, long-term monitoring data on a sample of 452 invertebrate species indicate that there has been an overall decline in abundance of individuals since 1970”.

²⁶⁷ Cf. Dirzo *et al.*, cit. (2014), p. 401: “IUCN data on the status of 203 insect species in five orders reveal vastly more species in decline than increasing”.

²⁶⁸ Cf. Caspar A. Hallmann *et al.*, “More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas”. *Plos One*, 18/X/2017: “Our analysis estimates a seasonal decline of 76%, and mid-summer decline of 82% in flying insect biomass over the 27 years of study”; L. Marques, “O agronegócio e o declínio dos insetos”. *Jornal da Unicamp*, 23/X/2017.

²⁶⁹ Cf. Francisco Sánchez-Bayo & Kris Wyckhuis, “Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers”. *Biological Conservation*, 232, Abril de 2019, pp. 8-27: “Our work reveals dramatic rates of decline that may lead to the extinction of 40% of the world’s insect species over the next few decades. In terrestrial ecosystems, Lepidoptera, Hymenoptera and dung beetles (Coleoptera) appear to be the taxa most affected, whereas four major aquatic taxa (Odonata, Plecoptera, Trichoptera and Ephemeroptera) have already lost a considerable proportion of species”.

²⁷⁰ Cf. Hervé Jactel *et al.*, “Insect decline: immediate action is needed”. *Comptes rendus – Biologies. Académie des Sciences, Institut de France*, publicado em 21/I/2021: “Insects appeared more than 400 million years ago and they represent the richest and most diverse taxonomic group with several million species. Yet, under the combined effect of the loss of natural habitats, the intensification of agriculture with massive use of pesticides, global warming and biological invasions, insects show alarming signs of decline. Although difficult to quantify, species extinction and population reductions are confirmed for many ecosystems. This results in a loss of services such as the pollination of plants, including food crops, the recycling of organic matter, the supply of goods such as honey and the stability of food webs. It is therefore urgent to halt the decline of Insects”.

²⁷¹ Pertencem a esse grupo pesticidas como imidacloprida, acetamiprida, nitempiram, tiametoxam, clotianidina, dinotefurano e tiaclopride.

²⁷² Cf. Endurance E. Ewere, Amanda Reichelt-Brushett & Kirsten Beckendorff, “Impacts of Neonicotinoids on Molluscs: What We Know and What We Need to Know”. *Toxics*, 9, 2, 19/I/2021.

²⁷³ Cf. J.-M. Bonmatin *et al.*, “Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil”. *Environmental Science and Pollution Research International*, 22, 1, 2015, pp. 35-67: “the half-lives of neonicotinoids in soils can exceed

1,000 days, so they can accumulate when used repeatedly. Similarly, they can persist in woody plants for periods exceeding 1 year”.

²⁷⁴ Cf. IPBES (2016): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, H. T. Ngo, J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, L. V. Dicks, L. A. Garibaldi, R. Hill, J. Settele, A. J. Vanbergen, M. A. Aizen, S. A. Cunningham, C. Eardley, B. M. Freitas, N. Gallai, P. G. Kevan, A. Kovács-Hostyánszki, P. K. Kwabong, J. Li, X. Li, D. J. Martins, G. Nates-Parra, J. S. Pettis, R. Rader, and B. F. Viana (eds.), pp. 1–28: “Globally, nearly 90% of wild flowering plant species depend, at least in part, on the transfer of pollen by animals. These plants are critical for the continued functioning of ecosystems as they provide food, form habitats and provide other resources for a wide range of other species”.

²⁷⁵ Cf. Elisabeth J. Eilers *et al.*, “Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply”. *Plos One*, 6, 6, 22/VI/2011: “Crop plants that depend fully or partially on animal pollinators contain more than 90% of vitamin C, the whole quantity of Lycopene and almost the full quantity of the antioxidants β -cryptoxanthin and β -tocopherol, the majority of the lipid, vitamin A and related carotenoids, calcium and fluoride, and a large portion of folic acid. Ongoing pollinator decline may thus exacerbate current difficulties of providing a nutritionally adequate diet for the global human population”.

²⁷⁶ Cf. Kelsey Kopec & Lori Ann Burd, “Pollinators in Peril. A systematic status review of North American and Hawaiian native bees”. Center for Biological Diversity, 2017: “Among native bee species with sufficient data to assess (1,437), more than half (749) are declining. Nearly 1 in 4 (347 native bee species) is imperiled and at increasing risk of extinction. For many of the bee species lacking sufficient population data, it’s likely they are also declining or at risk of extinction. (...) A primary driver of these declines is agricultural intensification, which includes habitat destruction and pesticide use. Other major threats are climate change and urbanization.”

https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/native_pollinators/pdfs/Pollinators_in_Peril.pdf.

²⁷⁷ Cf. Eduardo E. Zattara & Marcelo A. Aizen, “Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness.” *One Earth*, 4, 1, 22/I/2021: “Although these trends must be interpreted cautiously given the heterogeneous nature of the dataset and potential biases in data collection and reporting, results suggest the need for swift actions to avoid further pollinator decline”.

²⁷⁸ Cf. IPCC Climate Change 2022. Working Group II, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers, p. 8: “Climate change has caused substantial damages, and increasingly irreversible losses, in terrestrial, freshwater and coastal and open ocean marine ecosystems (high confidence). The extent and magnitude of climate change impacts are larger than estimated in previous assessments (high confidence). (...) Hundreds of local losses of species have been driven by increases in the magnitude of heat extremes (high confidence), as well as mass mortality events on land and in the ocean (very high confidence) and loss of kelp forests (high confidence)”.

²⁷⁹ Cf. L. Marques, *Capitalismo e colapso ambiental* (2015), Editora da Unicamp, 3ª ed., 2018, capítulos 8, 9 e 14.

²⁸⁰ Cf. Damian Carrington “Humanity has wiped out 60% of animal populations since 1970, report finds”. *The Guardian*, 30/X/2018: “This is far more than just being about losing the wonders of nature, desperately sad though that is. This is actually now jeopardising the future of people. Nature is not a ‘nice to have’ – it is our life-support system”.

²⁸¹ Corey J. A. Bradshaw *et al.*, “Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future”. *Frontiers of Conservation Science*, 13/I/2021: “Humanity is causing a rapid loss of biodiversity and, with it, Earth’s ability to support complex life”.

²⁸² Bradshaw *et al.*, cit. (2021): “It is therefore incumbent on experts in any discipline that deals with the future of the biosphere and human well-being to eschew reticence, avoid sugar-coating the overwhelming challenges ahead and “tell it like it is.” Anything else is misleading at best, or negligent and potentially lethal for the human enterprise at worst”.

²⁸³ Citado por Adam Vaughan, “World falls short on all its biodiversity goals”. *New Scientist*, 26/IX/2020: “This represents a massive, if not catastrophic, failure at all levels”.

Notas do Capítulo 2

²⁸⁴ Cf. Michael A. Clark *et al.*, “Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets”. *Science*, 6/XI/2020: “Even if fossil fuel emissions were eliminated immediately, emissions from the global food system alone would make it impossible to limit warming to 1.5°C and difficult even to realize the 2°C target”.

²⁸⁵ Cf. Sonja J. Vermeulen, Bruce M. Campbell & John S. I. Ingram, “Climate Change and food systems”. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, Novembro de 2012, pp. 195-222 (online 30/VII/2012): “Food systems contribute 19%–29% of global anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions, releasing 9,800–16,900 megatonnes of carbon dioxide equivalent (MtCO₂e) in 2008”.

²⁸⁶ Cf. Cynthia Rosenzweig *et al.*, “Climate change responses benefit from a global food system approach.” *Nature Food*, 1, Fevereiro, 2020, pp. 94-97.

²⁸⁷ Cf. IPCC, Climate Change and Land, Special Report, 2019, Summary for Policymakers, p. 10: “If emissions associated with pre- and post-production activities in the global food system are included, the emissions are estimated to be 21–37% of total net anthropogenic GHG emissions (medium confidence)”.

observed in desert steppes of Mongolia (Khishigbayar et al. 2015). (...) In the region of Coquimbo [Chile], goat and sheep overgrazing have aggravated the situation [of soil erosion]. (...) [In Central Asia] Overgrazing in the rangeland areas of the region (Central Asia e.g., particularly in Kyzylkum) contributes to dust storms, coming primarily from the Ustyurt Plateau, desertified areas of Amudarya and Syrdarya rivers' deltas, the dried seabed of the Aral Sea (now called Aralkum), and the Caspian Sea. (...) Livestock numbers in the Green Dam regions [Algeria], mainly sheep, grew exponentially, leading to severe overgrazing, causing trampling and soil compaction, which greatly increased the risk of erosion".

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/11/06_Chapter-3.pdf>.

³⁰⁵ Cf. Allan Savory & Jody Butterfield, *Holistic Management: A new framework for decision making*, Island Press, 2013; Richard Teague & Urs Kreuter, "Managing Grazing to Restore Soil Health, Ecosystem Function, and Ecosystem Services". *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 29/IX/2020.

³⁰⁶ Cf. Hanna Ritchie & Max Roser, "Meat and Dairy Production". Our World in data, Agosto de 2017, revisado em Novembro de 2019 <<https://ourworldindata.org/meat-production#which-countries-eat-the-most-meat>>.

³⁰⁷ FAO, Statistical Yearbook 2020, capítulo 2 <<https://www.fao.org/3/cb1329en/online/cb1329en.html#chapter-2>>.

³⁰⁸ Cf. "Número de bovinos abatidos no Brasil aumentou em 2018". *Agro em dia*, 14/II/2019.

³⁰⁹ Matéria Seca (Dry Matter) é a parte que resta do peso de um material após a extração da água nele contida. Cf. Jinfeng Chang et al., "Revisiting enteric methane emissions from domestic ruminants and their $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ source signature". *Nature Communications*, 31/VII/2019.

³¹⁰ Cf. Yinon Bar-On, Rob Phillips & Ron Milo, "The biomass distribution on Earth". *PNAS*, 19/VI/2018: "the biomass of humans (≈ 0.06 Gt C) and the biomass of livestock (≈ 0.1 Gt C, dominated by cattle and pigs) far surpass that of wild mammals, which has a mass of ≈ 0.007 Gt C). This is also true for wild and domesticated birds, for which the biomass of domesticated poultry (≈ 0.005 Gt C, dominated by chickens) is about threefold higher than that of wild birds (≈ 0.002 Gt C). In fact, humans and livestock outweigh all vertebrates combined, with the exception of fish".

³¹¹ Cf. Bar-On, Phillips & Milo, cit. (2019): "While the total biomass of wild mammals (both marine and terrestrial) decreased by a factor of ≈ 6 , the total mass of mammals increased approximately fourfold from ≈ 0.04 Gt C to ≈ 0.17 Gt C due to the vast increase of the biomass of humanity and its associated livestock".

³¹² Cf. Martina Schneider, Liz Goldman, Mikaela Weisse, Luiz Amaral & Luiz Calado, "The Commodity Report: Soy Production's Impact on Forests in South America". *Global Forest Watch*, 3/XII/2021.

³¹³ Cf. Marcello De Maria et al., "Global Soybean Trade The Geopolitics of a Bean". UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF); Trade, Development & the Environment Hub, 2020: "More than 80% of soybean is processed into the highly demanded soybean meal – which is arguably the most common animal feed in the world due to the combination of high protein content and relatively low prices. The remaining production – just below 20% – goes into soybean oil, which can be used for the production of both edible (e.g. soy sauce, tofu) and non-edible products (cosmetics, soaps and detergents), as well as a base for diesel fuels".

³¹⁴ Cf. Gabriel Popkin, "Cropland has gobbled up over 1 million square kilometers of Earth's surface". *Science*, 23/XII/2021: "South America led the world in relative cropland expansion per land area. That's thanks largely to a booming soybean industry supplying livestock farmers in China and elsewhere, which boosted the continent's cropland by nearly 50% during the study period".

³¹⁵ Cf. Santiago Yapura, "Importance of corn in animal production". *Veterinaria digital*, 14/VII/2021.

³¹⁶ Cf. "Falling for corn", Earth Observatory, NASA, 18/X/2021 <<https://earthobservatory.nasa.gov/images/149035/falling-for-corn>>.

³¹⁷ Cf. Jinfeng Chang et al., "Revisiting enteric methane emissions from domestic ruminants and their $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ source signature". *Nature Communications*, 10, 31/VII/2019: "Livestock production is the largest anthropogenic source in the global methane budget, mostly from enteric fermentation of domestic ruminants".

³¹⁸ Cf. Ilma Tapio et al., "The ruminal microbiome associated with methane emissions from ruminant livestock". *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 19/I/2017: "Ruminant production accounts for about 81% of GHG from the livestock sector (...), 90% of which results from rumen microbial methanogenesis".

³¹⁹ Cf. Sara E. Mikaloff Fletcher & Hinrich Schaeffer, "Rising methane: A new climate challenge". *Science*, 364, 6444, 7/VI/2019, pp. 932-933: "Livestock inventories show that ruminant emissions began to rise steeply around 2002 and can account for about half of the CH_4 increase since 2007".

³²⁰ Cf. Chang et al., cit. (2019): "Livestock production is the largest anthropogenic source in the global methane budget (103 [95–109] Tg CH_4 yr⁻¹ during 2000–2009). Enteric fermentation from ruminants dominates this source and accounts for emission of 87–97 Tg CH_4 yr⁻¹ during 2000–2009".

³²¹ Cf. Igor Albuquerque et al., "SEEG 8, Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas de Clima no Brasil 1970-2019". Observatório do Clima, 2020, p. 13. <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf>.

³²² Cf. "Livestock and Poultry: World Markets and Trade". USDA, 12/VII/2021.

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>.

³²³ Cf. Lester R. Brown, "China and the Soybean Challenge", in *Full Planet, Empty Plates. The New Geopolitics of Food Scarcity*. Nova York & Londres - Earth Policy Institute, 2012, pp. 93-100, p. 95: "since nearly half the world's pigs are in China, the lion's share of soy use is in pig feed. Its fast-growing poultry industry is also dependent on soybean meal. In addition, China now uses large quantities of soy in feed for farmed fish."

³²⁴ Cf. Filipe Serrano, “Puxadas pelo minério, exportações para a China crescem 36% até abril”. *O Estado de São Paulo*, 22/V/2021.

³²⁵ Cf. Marcello De Maria *et al.*, *Global Soybean Trade. The Geopolitics of a Bean*. UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub, 2020 <<https://tradedhub.earth/wp-content/uploads/2020/10/Global-Soybean-Trade-The-Geopolitics-of-a-Bean-1.pdf>>.

³²⁶ Cf. Naya Olmer *et al.*, “Greenhouse Gas Emissions from Global Shipping, 2013-2015”. The International Council on Clean Transportation (ICCT). Outubro de 2017, p. 2: “Without further action, the international shipping sector could account for 17% of global CO2 emissions in 2050”.

³²⁷ Vide <<https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat/story>>.

³²⁸ Cf. Alice Rosi *et al.*, “Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet”. *Scientific Reports*, 7, 21/VII/2017.

³²⁹ Cf. Gro Harlem Brundtland, “It is simple, really. Human health and the health of ecosystems are inseparable”. Discurso de Camberra, 2000. Cf. Luiz Marques, “A sustentabilidade deve ser uma meta da sociedade”. In *Gro Brundtland*. Fronteiras do Pensamento, 2014.

<https://www.frenteiras.com/ativemanager/uploads/arquivos/produtos_culturais/9c327bade05b2be561cb5fd3810154bc.pdf>.

³³⁰ Cf. Walter Willett, Johan Rockström *et al.*, “Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems”, *The Lancet*, 393, 10170, 2/II/2019: “This Commission is an independent scientific body using the latest available science to make a global assessment of the food system and set global scientific targets for healthy diets and sustainable food production. These targets form the first attempt to provide scientific guidance for a transformation towards healthy diets from sustainable food systems”.

³³¹ Cf. Willett, Rockström *et al.*, cit. (2019): “Strong evidence indicates that food production is among the largest drivers of global environmental change by contributing to climate change, biodiversity loss, freshwater use, interference with the global nitrogen and phosphorus cycles, and land-system change (and chemical pollution, which is not assessed in this Commission). (...) We quantitatively describe a universal healthy reference diet to provide a basis for estimating the health and environmental effects of adopting an alternative diet to standard current diets, many of which are high in unhealthy foods. (...) This healthy reference diet largely consists of vegetables, fruits, whole grains, legumes, nuts, and unsaturated oils, includes a low to moderate amount of seafood and poultry, and includes no or a low quantity of red meat, processed meat, added sugar, refined grains, and starchy vegetables”.

³³² Cf. Willett, Rockström *et al.*, cit. (2019): “Although inclusion of some animal source foods in maternal diets is widely considered important for optimal fetal growth and increased iron requirement, especially during the third trimester of pregnancy, evidence suggests that balanced vegetarian diets can support healthy fetal development, with the caveat that strict vegan diets require supplements of vitamin B12”.

³³³ Cf. International Agency Research on Cancer (IARC), “Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat”: “The risk increases with the amount of meat consumed, but the data available for evaluation did not permit a conclusion about whether a safe level exists”. <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/Monographs-QA_Vol114.pdf>.

³³⁴ Cf. Vegetarianism by country, Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Vegetarianism_by_country#Demographics>.

³³⁵ Cf. Willett, Rockström *et al.*, cit. (2019): “in a meta-analysis of prospective studies, consumption of processed red meat (beef, pork, or lamb) was associated with increased risk of death from any cause and cardiovascular disease; unprocessed red meat was also weakly associated with cardiovascular disease mortality”.

³³⁶ Cf. OMS (2015), “Cancer: Carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat”: “According to the most recent estimates by the Global Burden of Disease Project, an independent academic research organization, about 34 000 cancer deaths per year worldwide are attributable to diets high in processed meat. (...) Eating red meat has not yet been established as a cause of cancer. However, if the reported associations were proven to be causal, the Global Burden of Disease Project has estimated that diets high in red meat could be responsible for 50 000 cancer deaths per year worldwide”.

³³⁷ Cf. International Agency Research on Cancer (IARC), “Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat”: “the risk of colorectal cancer could increase by 17% for every 100 gram portion of red meat eaten daily” <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/Monographs-QA_Vol114.pdf>.

³³⁸ Veja-se <<https://www.worldometers.info/coronavirus/>>.

³³⁹ Cf. Haidong Wang *et al.*, “Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21”. *The Lancet*, 10/III/2022: “Although reported COVID-19 deaths between Jan 1, 2020, and Dec 31, 2021, totalled 5.94 million worldwide, we estimate that 18.2 million (95% uncertainty interval 17.1–19.6) people died worldwide because of the COVID-19 pandemic (as measured by excess mortality) over that period”.

³⁴⁰ Cf. L. Marques, “A pandemia incide no ano mais importante da história da humanidade. Serão as próximas zoonoses gestadas no Brasil?” *Jornal da Unicamp*, 5/V/2020; Idem, “Pandemics, Existential and non-Existential Risks to Humanity”. *Ambiente & Sociedade*, 23, 2020.

³⁴¹ Cf. Josef Settele, Sandra Díaz, Eduardo Brondizio & Peter Daszak, “IPBES Guest Article: COVID-19 Stimulus Measures Must Save Lives, Protect Livelihoods, and Safeguard Nature to Reduce the Risk of Future Pandemics”. IPBES, 27/IV/2020: “There is a single species that is responsible for the COVID-19 pandemic - us. As with the climate and biodiversity crises, recent pandemics are a direct consequence of human activity – particularly our global financial and economic systems, based on a limited paradigm that prizes economic growth at any cost. (...) Rampant

deforestation, uncontrolled expansion of agriculture, intensive farming, mining and infrastructure development, as well as the exploitation of wild species have created a 'perfect storm' for the spillover of diseases from wildlife to people. (...) Yet this may be only the beginning. Although animal-to-human diseases already cause an estimated 700,000 deaths each year, the potential for future pandemics is vast. (...) As many as 1.7 million unidentified viruses of the type known to infect people are believed to still exist in mammals and water birds. Any one of these could be the next 'Disease X' – potentially even more disruptive and lethal than COVID-19. Future pandemics are likely to happen more frequently, spread more rapidly, have greater economic impact and kill more people if we are not extremely careful about the possible impacts of the choices we make today". <<https://ipbes.net/covid19stimulus>>.

³⁴² Cf. Laura Spinney, "Germany's Covid-19 expert: 'For many, I'm the evil guy crippling the economy'". *The Guardian*, 26/IV/2020: "Coronaviruses are prone to switch hosts when there is opportunity, and we create such opportunities through our non-natural use of animals – livestock. Livestock animals are exposed to wildlife, they are kept in large groups that can amplify the virus, and humans have intense contact with them – for example through the consumption of meat – so they certainly represent a possible trajectory of emergence for coronaviruses. Camels count as livestock in the Middle East, and they are the host of the Mers virus as well as human coronavirus 229E – which is one cause of the common cold – while cattle were the original hosts for coronavirus OC43, which is another".

³⁴³ Cf. Nádia Pontes, "O elo entre desmatamento e epidemias investigado pela ciência". *DW*, 15/IV/2020.

³⁴⁴ Christine K. Johnson *et al.*, "Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk". *Proceedings of the Royal Society B*, 8/IV/2020.

³⁴⁵ Sara Goudarzi, "How a Warming Climate Could Affect the Spread of Diseases Similar to COVID-19". *Scientific American*, 29/IV/2020.

³⁴⁶ Cf. Miyu Moriyama & Takeshi Ichinohe, "High Ambient Temperature Dampens Adaptive Immune Responses to Influenza A Virus Infection". *PNAS*, 116, 8, 19/II/2019, pp. 3118-3125.

³⁴⁷ Cf. Gretta Pecl *et al.*, "Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being". *Science*, 355, 6332, 31/III/2017.

³⁴⁸ Cf. "Coronavirus, climate change, and the environment". *Environmental Health News*, 20/III/2020. <<https://www.ehn.org/coronavirus-environment-2645553060.html>>.

³⁴⁹ Cf. Osler Desouza, "Veja o consumo per capita das principais carnes no Brasil". *Compre Rural*, 22/X/2021.

³⁵⁰ Cf. Gretchen Kuck & Gary Schnitkey, "An Overview of Meat Consumption in the United States". *farmdoc daily*, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, 11, 76, 12/V/2021.

³⁵¹ Vide <<https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat/story>>.

³⁵² Cf. Peter Alexander *et al.*, "Human appropriation of land for food: The role of diet". *Global Environmental Change*, 41, Novembro, 2016, pp. 88-98.

³⁵³ Cf. IPCC, *Climate Change and Land* (2019), capítulo 5: "Food security", 5.3.4 Demand-side adaptation, p. 472: "if every country were to adopt the UK's 2011 average diet and meat consumption, 95% of global habitable land area would be needed for agriculture – up from 50% of land currently used. For the average USA diet, 178% of global land would be needed (relative to 2011)".

³⁵⁴ Cf. Quirin Schiermeyer, "Eat less meat: UN climate-change report calls for change to human diet". *Nature*, 8/VIII/2019: "The special report on climate change and land by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) describes plant-based diets as a major opportunity for mitigating and adapting to climate change — and includes a policy recommendation to reduce meat consumption".

³⁵⁵ Veja-se, por exemplo, João Meirelles Filho, "Você já comeu a Amazônia hoje" (2006); Idem, "É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento". *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Janeiro – Abril, 2014.

³⁵⁶ Cf. Luiz Marques, "Abandonar a carne ou a esperança". *Jornal da Unicamp*, 10/VII/2019. <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-marques/abandonar-carne-ou-esperanca>>.

³⁵⁷ Vide <<https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat/story>>.

³⁵⁸ Cf. Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019. Summary for Policymakers, A. 15, p. 7: "Soil erosion from agricultural fields is estimated to be currently 10 to 20 times (no tillage) to more than 100 times (conventional tillage) higher than the soil formation rate (medium confidence). (...) In 2015, about 500 (380-620) million people lived within areas which experienced desertification between the 1980s and 2000s. (...) Other dryland regions have also experienced desertification. People living in already degraded or desertified areas are increasingly negatively affected by climate change (high confidence)".

³⁵⁹ Cf. IPBES, Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Maio de 2019, p. 4: "Currently, land degradation has reduced productivity in 23 per cent of the global terrestrial area, and between \$235 billion and \$577 billion² in annual global crop output is at risk as a result of pollinator loss". <https://ipbes.net/sites/default/files/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf>.

³⁶⁰ Cf. IPCC Climate Change 2022. Working Group II, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers, p. 10: "Climate change including increases in frequency and intensity of extremes have reduced food and water security, hindering efforts to meet Sustainable Development Goals (high confidence). Although overall agricultural

productivity has increased, climate change has slowed this growth over the past 50 years globally (medium confidence)”.

³⁶¹ “O fator total de produtividade mede o produto agregado por unidade medida de insumo agregado”. (“Total Factor Productivity measures aggregate output per unit of measured aggregate input”). Por produto (*output*), entende-se colheitas agrícolas e criação de animais e por insumos (*input*), trabalho, terra, capital e materiais.

³⁶² Cf. Ariel Ortiz-Bobea *et al.*, “Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth”. *Nature Climate Change*, 11, 2021, pp. 306-312: “Anthropogenic climate change has reduced global agricultural total factor productivity by about 21% since 1961, a slowdown that is equivalent to losing the last 7 years of productivity growth. The effect is substantially more severe (a reduction of ~26–34%) in warmer regions such as Africa and Latin America and the Caribbean. We also find that global agriculture has grown more vulnerable to ongoing climate change”.

³⁶³ Cf. Mauro Zafalon, “América do Sul poderá ter quebra de 20 milhões de toneladas de soja”. *Folha de São Paulo*, 12/1/2022.

³⁶⁴ Cf. Ian Sue Wing, Enrica De Cian & Malcom N. Mistry, “Global Vulnerability of crop yields to climate change”. *Journal of Environmental Economics and Management*, 109, Setembro, 2021. Projeções acerca dos impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura brasileira são discutidos por Eduardo Delgado Assad, Rogério Rudge Ramos Ribeiro & Alan Massaru Nakai, “Assessments and How an Increase in Temperature may Have an Impact on Agriculture in Brazil and Mapping of the Current and Future Situation”. In Carlos A. Nobre, José A. Marengo & Wagner R. Soares (eds.), *Climate Change Risks in Brazil*. Springer, 2019, capítulo 3. Figuras 3.18, 3.21, 3.24, 3.26 e 3.27.

³⁶⁵ Cf. Ellen Grey, “Global Climate Change Impact on Crops Expected Within 10 Years, NASA study finds”. NASA, 2/XI/2021: “Average global crop yields for maize, or corn, may see a decrease of 24% by late century, with the declines becoming apparent by 2030, with high greenhouse gas emissions”; Jonas Jägermeyr *et al.*, “Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models”. *Nature Food*, 1/XI/2021.

³⁶⁶ Cf. “Falling for corn”. Earth observatory. Nasa, 18/X/2021. Veja-se também o artigo de Jonas Jägermeyr *et al.*, “Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models”. *Nature Food*, 2, 1/XI/2021.

³⁶⁷ Cf. Chuang Zhao *et al.*, “Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates”. *PNAS*, 15/VIII/2017, pp. 9326-9331.

³⁶⁸ Cf. Daniel Quiggin *et al.*, “Climate Change Risk Assessment 2021”. Chatham House, setembro de 2021: “By 2040, the proportion of global cropland affected by severe drought – equivalent to that experienced in Central Europe in 2018 (50% yield reductions) – will likely rise to 32% each year, more than three times the historic average”.

³⁶⁹ Cf. Lester R. Brown, *Outgrowing the Earth. The Food Security Challenge in an Age of Falling Water Tables and Rising Temperature*. New York: W.W. Norton, 2004; Idem, “Aquifer Depletion”. *Encyclopedia of Earth*. Ed. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C., 2010, última revisão, 28/III/2013; Idem, *World on the edge, How to Prevent Environmental and Economic Collapse*, New York, Londres, W.W. Norton, 2011.

³⁷⁰ Veja-se: <<https://www.youtube.com/watch?v=DO2xI39nBAA>>. “I had long rejected the idea that food could be the weak link for us, but as I have thought about it in recent years, I’ve begun to think that not only the food could be the weak link, but that probably food is the weak link”.

³⁷¹ Cf. FAO, *The state of food security and nutrition in the world 2021*.

³⁷² Cf. FAO, *The state of food security and nutrition in the world 2021*. Executive Summary: “Moderate or severe food insecurity (based on the Food Insecurity Experience Scale) at the global level has been slowly on the rise, from 22.6% in 2014 to 26.6% in 2019. Then in 2020 (...) it rose nearly as much as in the previous five years combined, to 30.4%. Thus, nearly one in three people in the world did not have access to adequate food in 2020 – an increase of 320 million people in just one year, from 2.05 to 2.37 billion. Nearly 40% of those people – 11.9% of the global population, or almost 928 million – faced food insecurity at severe levels. Close to 148 million more people were severely food insecure in 2020 than in 2019”.

³⁷³ Cf. Nina Strohlic, “One in six Americans could go hungry in 2020 as pandemic persists”. *National Geographic*, 24/XI/2020.

³⁷⁴ Cf. Vivian Souza, “Recordes no agronegócio e aumento da fome no Brasil: como isso pode acontecer ao mesmo tempo?” G1, 11/VIII/2021.

³⁷⁵ Cf. Rede PENSSAN, “Insegurança alimentar e Covid-19 no Brasil” 2021, p. 35.

³⁷⁶ Cf. Michael A. Clark *et al.*, “Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets”. *Science*, 6/XI/2020.

³⁷⁷ Cf. Michael B. Eisen & Patrick O. Brown, “Rapid global phaseout of animal agriculture has the potential to stabilize greenhouse gas levels for 30 years and offset 68 percent of CO₂ emissions this century”. *bioRxiv*, 16/XI/2021.

³⁷⁸ Cf. Brent Loken *et al.*, *Bending the Curve: The Restorative Power of Planet-Based Diets*. WWF International, 2020. <https://drive.google.com/file/d/1pVpYTNQKAE_izp8tsVK3tQ4fNWPgoQlz/view>.

³⁷⁹ Loken *et al.*, cit. (2020), p. 21: “A shift toward more plant-based foods could reduce global biodiversity loss by between 5% (flexitarian diet) up to 46% (vegan diet – Figure 13). In the Latin America/Caribbean region biodiversity loss could be reduced by approximately 50% to 70%, depending on the dietary pattern adopted”.

Notas do Capítulo 3

³⁸⁰ Cf. Nicole Oliveira, “Cacique Raoni: ‘É a floresta que segura o mundo. Se acabarem com tudo, não é só índio que vai sofrer.’” *Arayara.org*, 20/XI/2019.

³⁸¹ Veja-se “Canção pra Amazônia” e vídeo em <<https://www.youtube.com/watch?v=yE1PENHOoDQ>>. Realização Greenpeace Brasil & Relicário Produções.

³⁸² Cf. Antoine Lourdeau, “A Serra da Capivara e os primeiros povoamentos sul-americanos: uma revisão bibliográfica”. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências. Humanas*. Belém, vol. 14, n. 2, maio-agosto de 2019, pp. 367-398.

³⁸³ Cf. Ciprian Ardelean *et al.*, “Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum”. *Nature*, 22/VII/2020. Agradeço a Antonio Donato Nobre por me ter chamado a atenção para a possibilidade de estender à Amazônia a tese de Niède Guidon de uma muito mais antiga ocupação humana no continente americano, proveniente da África.

³⁸⁴ Cf. Alexander Koch *et al.*, “Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492”. *Quaternary Science Reviews*, 207, 2019, pp. 13-36.

³⁸⁵ Cf. Renato Sérgio de Lima (Supervisão geral), “Cartografias das Violências na Região Amazônica. Síntese dos Dados e Resultados Preliminares”. Fórum Brasileiro de Segurança Pública, novembro de 2021. <<https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2021/11/cartografias-das-violencias-na-regiao-amazonica-sintese-dos-dados.pdf>>.

³⁸⁶ Em 2015, segundo dados da Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional (PGFN), 4.013 pessoas físicas e jurídicas, grandes proprietários de terras, não pagavam à União dívidas acima de R\$ 50 milhões – totalizando mais de R\$ 906 bilhões em impostos devidos. Dessas 4.013 pessoas físicas e jurídicas, 729 declaravam possuir 4.057 imóveis rurais. Veja-se “Terrenos da desigualdade. Terra, agricultura e desigualdades no Brasil Rural. Oxfam, 2016.

³⁸⁷ Cf. Frente Parlamentar da Agropecuária, “Todos os membros”. Total de parlamentares: 280. <<https://fpagropecuaria.org.br/todos-os-membros/>>.

³⁸⁸ Cf. Luiz Henrique Vieira de Souza *et al.*, “Violence and Illegal Deforestation: The crimes of ‘Environmental Militia’ in the Amazon Forest”. *Capitalism Nature Socialism*, 12/XI/2021.

³⁸⁹ Cf. Global Witness, “Seeds of conflict. How global commodities traders contribute to human right abuses in Brazil’s soy sector”. Novembro de 2021.

<<https://www.globalwitness.org/en/campaigns/environmental-activists/global-commodity-traders-are-fuelling-land-conflicts-in-brazils-cerrado/>>.

³⁹⁰ Cf. “Amazon Rainforest”. Wkipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_rainforest>.

³⁹¹ Cf. Carlos Nobre, Andrea Encalada (co-diretores) *et al.*, *Science Panel for the Amazon*. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. The Amazon We Want. Science Panel for the Amazon (doravante SPA), p. 15. Convocada por Jeffrey Sachs e coordenada por Emma Torres, o SPA é uma iniciativa que congregou mais de 200 especialistas nacionais e internacionais em diversas áreas socioambientais da Amazônia. Doravante SPA

³⁹² Cf. Mônica R. Carvalho *et al.*, “Extinction at the end-Cretaceous and the origin of modern Neotropical rainforests”. *Science*, 372, 6537, 2/IV/2021, pp. 63-68: “the end-Cretaceous event had profound consequences for tropical vegetation, ultimately enabling the assembly of modern Neotropical rainforests. It is notable that a single historical accident altered the ecological and evolutionary trajectory of tropical rainforests, in essence triggering the formation of the most diverse biome on Earth”.

³⁹³ Cf. Hans ter Steege *et al.*, “Hyperdominance in the Amazonian tree flora”. *Science*, 342, 2013: “ 3.9×10^{11} trees”; Edna Rödiger *et al.*, “The importance of forest structure for carbon fluxes of the Amazon rainforest”. *Environmental Research Letters*, 13, 5, 30/IV/2018.

³⁹⁴ Cf. Thomas Lewinson & Paulo Prado, *Biodiversidade Brasileira: Síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo, 2002; Carlos Nobre *et al.*, “Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigma”. *PNAS*, 113, 39, 27/IX/2016.

³⁹⁵ Cf. Gerardo Ceballos, Anne H. Ehrlich, Paul R. Ehrlich, *The annihilation of nature. Human extinction of birds and mammals*, Johns Hopkins Univ. Press, 2015: “From 1999 to 2009, scientists working on the Amazon Alive project in the Amazon basin discovered a wealth of new species: 637 plants, 257 fishes, 216 amphibians, 55 reptiles, 16 birds, 39 mammals, and thousands of invertebrates such as insects, spiders, and Worms”.

³⁹⁶ Cf. Wolfgang J. Junk *et al.*, “Freshwater fishes of the Amazon river basin: their biodiversity, fisheries and habitats”. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10,2, 25/VI/2007, pp. 153 - 173.

³⁹⁷ Cf. SPA (2021), p. 9: “The Amazon is home to a remarkable share of known global biodiversity, including 22% of vascular plant species, 14% of birds, 9% of mammals, 8% of amphibians and 18% of fishes that inhabit the Tropics. In parts of the Andes and Amazonian lowlands, a single gram of soil may contain more than 1,000 genetically-distinct fungi species”.

³⁹⁸ Cf. SPA (2021), p. 10.

³⁹⁹ Cf. Ceballos, Ehrlich & Ehrlich, cit. (2015): “a single tree in the Amazon region may host hundreds of species of beetles and more species of ants than in the whole of Great Britain”.

⁴⁰⁰ Cf. Russel A. Mittermeier, Gil Robles, & C.G. Mittermeier, *Megadiversity: Earth’s Biologically Wealthiest Nations*, 1999.

⁴⁰¹ Cf. UNEP, Biodiversity A-Z: “Together, the Megadiversity Countries account for at least two thirds of all non-fish vertebrate species and three quarters of all higher plant species”.

⁴⁰² Cf. Russell A. Mittermeier, “Primate Diversity and the Tropical Forest Case Studies from Brazil and Madagascar and the Importance of the Megadiversity Countries”. In, E.O. Wilson & F.M. Peter, *Biodiversity*, 1988, cap. 16: “Just four countries, Brazil, Madagascar, Zaire, and Indonesia, by themselves account for approximately 75% of all the world’s primate species”.

⁴⁰³ Cf. SPA (2021), p. 9: “Endemism is high in the Amazonian lowlands (below 250 m), with around 34% of mammals and 20% of birds not found elsewhere. The high level of endemism of Amazonian mammal species is due mainly to marsupials, rodents, and primates, which together comprise approximately 80% percent of all endemic animal species. The exceptional fish diversity represents approximately 13% of the world’s freshwater fishes, 58% of which are found nowhere else on Earth”. Outra estimativa sugere 15% das espécies de peixes de água doce. Cf. Thierry Oberdorff *et al.*, “Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin”. *Science Advances*, 5, 11/IX/2019.

⁴⁰⁴ Cf. Antonio Donato Nobre, “There is a river above us”. TEDxAmazônia, 15/III/2011.
<<https://www.youtube.com/watch?v=01jYiXbpnoE>>.

⁴⁰⁵ Cf. SPA (2021), p. 11; Carlos Nobre *et al.*, “Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigma”. *PNAS*, 113, 39, 27/IX/2016. Veja-se também Pierrick Giffard *et al.*, “Contribution of the Amazon River Discharge to Regional Sea Level in the Tropical Atlantic Ocean”. *Water*, 8/XI/2019; Thierry Oberdorff *et al.*, “Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin”. *Science Advances*, 5, 11/IX/2019; Amazon Waters <<https://amazonwaters.org/waters/flows-and-floods/>>.

⁴⁰⁶ Cf. Philip Fearnside, “Many rivers, too many dams”. *The New York Times*, 2/X/2020.

⁴⁰⁷ Cf. Amanda L. Cordeiro *et al.*, “Fine-root dynamics vary with soil depth and precipitation in a low-nutrient tropical forest in the Central Amazonia”. *Plant-Environment Interactions*, 16/I/2020.

⁴⁰⁸ Veja-se em particular, entre os diversos vídeos didáticos de Antonio Donato Nobre sobre a Amazônia no youtube, “There is a river above us”, TEDxAmazonia, 15/III/2011

<<https://www.youtube.com/watch?v=01jYiXbpnoE&t=414s>>.

⁴⁰⁹ Cf. Antonio Donato Nobre, “O que você não sabia sobre a água”. 3/IV/2019.

<<https://www.youtube.com/watch?v=GgomGGWultY>>.

⁴¹⁰ Cf. SPA (2021), p. 11: “Annually, an estimate 72% of the water vapor that enters the atmospheric column is of oceanic origin and 28% is evaporated locally; thus, the forest and evapotranspiration play a significant role on the climate. At the base of the Andes precipitation recycling reaches over 50%. Amazon forests also sustain the hydrological cycle by emitting volatile organic compounds (VOCs, such as terpenes) that become cloud condensation nuclei and lead to the formation of rain droplets”.

⁴¹¹ Cf. Luciana V. Gatti *et al.*, “Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change”. *Nature*, 15/VII/2021: “evapotranspiration has been estimated by several studies to be responsible for 25% to 35% of total rainfall”. Veja-se também Arie Staal *et al.*, “Forest-rainfall cascades buffer against drought across the Amazon”. *Nature Climate Change*, 8, 2018, pp. 539–543.

⁴¹² Eneas Salati & Peter B. Vose, “Amazon basin: A system in equilibrium. *Science*, 225, 1984, pp. 129-138: “On average 50 percent of the precipitation is recycled, and in some areas even more”.

⁴¹³ Cf. Esprit Smith, “Human Activities are drying out the Amazon: NASA Study. NASA Earth Observatory, 5/XI/2019: “Rainforests generate as much as 80 percent of their own rain, especially during the dry season”.

⁴¹⁴ Cf. Carlos Nobre, “Está a Amazônia próxima de um ponto de não retorno?”

<<https://www.youtube.com/watch?v=cg5Rh5CVm48>>.

⁴¹⁵ Cf. “O fenômeno dos Rios Voadores”. Projeto Rios Voadores.

<<http://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>>.

⁴¹⁶ Veja-se o Projeto Rios Voadores

<<http://riosvoadores.com.br/mapas-meteorologicos/localidades-monitoradas/belo-horizonte/>>.

⁴¹⁷ Cf. Antonio Donato Nobre, “Dança da Chuva”. Parte 1: “Rios Voadores”. Pesquisa Fapesp, 26/XII/2017.

<<https://www.youtube.com/watch?v=uxgRHmeGHMs&t=27s>>.

⁴¹⁸ Cf. SPA (2021), p. 11: “The forests act like a giant “air-conditioner”, lowering land surface temperatures, and generating rainfall. It exerts a strong influence on the atmosphere and circulation patterns, both within and outside the tropics”.

⁴¹⁹ Cf. Scott Denning, “Southeast Amazonia is no longer a carbon sink”. *Nature*, 595, 15/VII/2021: “Since at least the inception of modern records of atmospheric carbon dioxide levels in the 1950s, there has been a small global excess (about 2%) in the amount of CO₂ taken up by land plants for photosynthesis, compared with the amount emitted as a result of the decomposition of organic material. This land carbon sink has absorbed around 25% of all fossil-fuel emissions since 1960”.

⁴²⁰ Cf. Denning, cit. (2021): “Tropical forests have been a major component of the land carbon sink, and the largest intact tropical forest is in Amazonia”.

⁴²¹ Cf. James E.M. Watson *et al.*, “Catastrophic Declines in Wilderness Areas Undermine Global Environment Targets”, *Current Biology*, 7/XI/2016: “It is estimated that 32% of the total global stock of forest biomass carbon is stored in the boreal forest biome and that the Amazon region stores nearly 38% (86.1 Pg C) of the carbon (228.7 Pg C) found above ground in the woody vegetation of tropical America, Africa, and Asia. Thus, avoiding emissions by protecting the globally significant wilderness areas of the boreal and Amazon in particular will make a significant contribution to stabilizing atmospheric concentrations of CO₂”.

⁴²² Cf. Carlos Nobre *et al.*, “Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigma”. *PNAS*, 113, 39, 27/IX/2016.

⁴²³ Cf. Cordeiro *et al.*, cit. (2020): “The Amazon rainforest is one of the largest ecosystem carbon (C) reserves in the world, storing approximately 150–200 Pg C in living vegetation biomass and soils”. 1 Petagrama = 1 Gigatonelada. Assim também, portanto, em SPA (2021), p. 13: “The Amazon basin represents a large component of the global carbon cycle, accounting for about 16% of terrestrial productivity and 150-200 billion tons of carbon stored in soils and vegetation”;

⁴²⁴ Cf. IEA, “Global CO₂ emissions in 2019”. IEA, 11/II/2020: “Global energy-related CO₂ emissions flattened in 2019 at around 33 gigatonnes (Gt), following two years of increases”.

⁴²⁵ Cf. Luciana V. Gatti *et al.*, “Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change”. *Nature*, 595, 14/VII/2021, pp. 388-393: “The Amazon forest contains about 123 ± 23 petagrams carbon (Pg C) of above- and belowground biomass¹¹, which can be released rapidly and may thus result in a sizeable positive feedback on global climate”.

⁴²⁶ Cf. Luciana Gatti *et al.*, “Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements”. *Nature*, 506, 5/II/2014, pp. 76-80; Roel Brienen *et al.*, “Long-term decline of the Amazon carbon sink”. *Nature*, 519, 18/III/2015, pp. 344-348; Luciana V. Gatti *et al.*, “Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change”. *Nature*, 595, 14/VII/2021.

⁴²⁷ Cf. Edna Rödiger *et al.*, “The importance of forest structure for carbon fluxes of the Amazon rainforest”. *Environmental Research Letters*, 13, 5, 30/IV/2018: “Under current conditions, we identified the Amazon rainforest as a carbon sink, gaining 0.56 GtC per year”.

⁴²⁸ Gatti *et al.*, cit. (2014), p. 76: “Here we report seasonal and annual carbon balances across the Amazon basin, based on carbon dioxide and carbon monoxide measurements for the anomalously dry and wet years 2010 and 2011, respectively. We find that the Amazon basin lost 0.48 ± 0.18 petagrams of carbon per year (Pg C yr⁻¹) during the dry year but was carbon neutral (0.06 ± 0.1 Pg C yr⁻¹) during the wet year”.

⁴²⁹ Cf. Brienen *et al.*, cit. (2015): “Here we analyse the historical evolution of the biomass dynamics of the Amazon rainforest over three decades (...). We find a long-term decreasing trend of carbon accumulation. Rates of net increase in above-ground biomass declined by one-third during the past decade compared to the 1990s. This is a consequence of growth rate increases levelling off recently, while biomass mortality persistently increased throughout, leading to a shortening of carbon residence times”.

⁴³⁰ Cf. Luiz E. O. C. Aragão *et al.*, “21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions”. *Nature Communications*, 13/II/2018.

⁴³¹ Cf. Gatti *et al.*, cit. (2021): “Moreover, these changes appear to be accelerating, with annual growth rates increasing over the past 40, 30 and 20 years”.

⁴³² Cf. Gatti *et al.*, cit. (2021): “A possible reason for this 20% decrease in precipitation in both western-central regions, despite experiencing less deforestation compared to the eastern sites, is the cascade effect¹⁴. That is, deforestation in eastern Amazonia may be reducing evapotranspiration, which in turn may be reducing the recycling of water vapour that is transported to the western Amazonia”.

⁴³³ Denning, cit. (2021): “The future of carbon accumulation in tropical forests has (...) long been uncertain. Gatti and colleagues’ atmospheric profiles show that the uncertain future is happening now”.

⁴³⁴ Cf. Carlos M. Souza Jr. *et al.*, “Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: Potential Links with Deforestation, Infrastructure Development and Climate Change”. *Water*, 11, 3, 2019: “there is an overall trend of reducing surface water in the Amazon Biome and watershed scales, suggesting a potential connection to more recent extreme droughts in the 2010s”.

⁴³⁵ Cf. Souza Jr. *et al.*, cit. (2019): “The rate of change over 33 years obtained with a linear regression model showed a decrease in surface water extent of 350 km²/year over the 33-year timespan in the areas that underwent an interchange between landmass and water. (...) However, the fastest shrinkage of the areas subjected to this type of dynamics happened between 2010 and 2017, with an average decrease of nearly 1400 km²/year”.

⁴³⁶ Carlos M. Souza Jr. (coord.), “Superfície de água no Brasil reduz 15% desde o início dos anos 1990”. Projeto MapBiomias Água. Agosto de 2021.

⁴³⁷ Déficit de pressão de vapor (VPD) é uma medida de quanta água se encontra na atmosfera na forma de vapor de água. Ele é medido como a diferença ou déficit entre a quantidade de umidade no ar (pressão parcial de vapor) e a quantidade de vapor de água que o ar pode reter quando saturado de umidade.

⁴³⁸ Cf. Armineh Barkhordarian *et al.*, “A Recent Systematic Increase in Vapor Pressure Deficit over Tropical South America”. *Scientific Reports*, 9, 25/X/2019

⁴³⁹ Essa rápida recapitulação histórica sobre a devastação da Amazônia pelos militares resume uma parte de um artigo intitulado “Brasil, 200 anos de devastação. O que restará do país após 2022?”, escrito a convite da revista *Estudos Avançados* da USP, ainda inédito.

⁴⁴⁰ Cf. Ricardo Cardim, “Arqueologia do Desastre”. *Quatro Cinco Um*, 1/IX/2020.

<<https://quatrocincoum.folha.uol.com.br/br/galerias/a-ofensiva-da-ditadura-militar-contra-a-amazonia/>>.

⁴⁴¹ Cf. Rikardy Tooge, “Por que tem tanto gado na Amazônia?” *G1*, 25/X/2020.

⁴⁴² Cf. Pedro Martinelli, *Amazônia. O Povo das Águas*, São Paulo, 2000.

⁴⁴³ Cf. “Fotos de Araquém Alcântara denunciam a destruição da Amazônia”. *Hora do Povo*, 22/VIII/2019.

<<https://horadopovo.com.br/fotos-de-araquem-alcantara-denunciam-destruicao-da-amazonia/>>.

- 444 Cf. “Os valores da resistência seringueira no Acre: a linguagem fotográfica em Carlos Carvalho”. *News Rondônia*, 30/V/2013. Veja-se <<https://carloscarvalho.fot.br/sobre-o-autor/>>.
- 445 Cf. Alberto César Araújo, “O desmatamento da paisagem amazônica nas fotos de Rogério Assis”. *Amazônia Real*, 24/III/2018.
- 446 Veja-se o programa “Jorge Bodanzky, o fotógrafo da Amazônia”. Repórter Eco, 2016 <<https://www.youtube.com/watch?v=aEcPq39QD3s>>.
- 447 Cf. Stella Oswaldo Cruz Penido, “O cinema na Amazônia”. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 6, setembro de 2000. <<https://www.scielo.br/j/hcsm/a/X3VxHy4gk6FwbghNvxFbjYw/?lang=pt>>.
- 448 Cf. R. Valente, *Os fuzis e as flechas. A história de sangue e resistência indígenas na ditadura*. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- 449 Citado por Kátia Brasil & Elaíze Farias, “Comissão da Verdade: Ao menos 8,3 mil índios foram mortos na ditadura militar” *Amazônia Real*, 11/XII/2014.
- 450 Cf. Kátia Brasil & Elaíze Farias, cit. (2014).
- 451 Cf. Ricardo Cardim, “Arqueologia do desastre”. *Quatro Cinco Um*, 1/IX/2020.
- 452 Cf. Peter Speetjens, “Long entrenched Brazilian military mindset is key to Amazon policy: Expert”. *Mongabay*, 26/X/2020.
- 453 Cf. Mapbiomas.org (2019) <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>.
- 454 Cf. Projeto MapBiomas Pastagens. Coleção 6, “A evolução da pastagem nos últimos 36 anos”. Outubro de 2021, coordenado por Laerte Guimarães Ferreira, da Universidade Federal de Goiás. <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_PASTAGEM_13.10.2021_ok_ALTA.pdf>.
- 455 Cf. “Dia do Boi: Brasil tem maior rebanho do mundo”. *O Estado de São Paulo*, 24/IV/2020.
- 456 Cf. Sara Brown, “Rebanho bovino no Acre já é quatro vezes maior que o número de habitantes; desmatamento cresce”. *Mongabay*, 27/I/2022.
- 457 Rikardy Tooge, “Por que tem tanto gado na Amazônia?” G1, 25/X/2020.
- 458 Cf. Philip Fearnside *et al.*, “BR-319: O caminho para o colapso da Amazônia e a violação dos direitos indígenas”. *Amazônia Real*, 23/II/2021.
- 459 Cf. Camila Costa, “‘A grande mentira verde’: como a destruição da Amazônia vai além do desmatamento”. *BBC News Brasil*, 13/II/2020.
- 460 Cf. Celso H. L. Silva Junior *et al.*, “Amazonian forest degradation must be incorporated into the COP26 agenda”. *Nature Geoscience*, 14, 2/IX/2021, pp. 634-635: “Human-induced forest degradation is the main driver of socio-environmental impoverishment in Amazonia, and its extent is increasing. Degraded forests currently occupy an area larger than that which has been deforested”. (...) “Aggravating this scenario, the CO₂ emissions resulting from degradation are not all immediate. Degraded forests continue to emit more CO₂ than they absorb for many years, becoming significant carbon sources. It is critically important for all Amazonian countries to halt these emissions. This requires reporting the whole range of CO₂ emissions to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), including forest degradation”. Agradeço a Philip Fearnside por me ter gentilmente assinalado essa “Letter to the editor”, da qual é um dos signatários.
- 461 Veja-se entrevista concedida a Felipe Betim, “Carlos Nobre: ‘O desafio brasileiro vai além da Amazônia. Não dá mais para jogar para o futuro’”. *El País*, 30/X/2021.
- 462 Cf. Camila Costa, “‘A grande mentira verde’: como a destruição da Amazônia vai além do desmatamento”. *BBC News Brasil*, 13/II/2020.
- 463 Citado em IPAM, “Fire has already impacted 95% of the Amazon species, shows study”, 1/IX/2021: “Deforestation is the main villain of the Amazon’s biodiversity, with forest fires right behind it”.
- 464 Cf. Tercio Ambrizzi & Moacyr Araújo (eds.), “Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao 1º Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas”. Volume 1, Figura Cap. 9 – 9.1. PBMC, 2013, atualizado em 2016.
- 465 Cf. Juan C. Jiménez-Muñoz *et al.*, “Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016”. *Scientific Reports*, 8/IX/2016.
- 466 Jiménez-Muñoz *et al.*, cit. (2016): “This is up to a fifth more extreme drought area than in previous events, where such an intense drought severity did not affect more than 8-10% of the rainforests”.
- 467 Cf. Ane Alencar, “Qual a diferença entre queimadas, incêndios e focos de calor?”. IPAM, 30/VIII/2019. <<https://www.youtube.com/watch?v=cf50yjkzTNM>>.
- 468 Cf. Erika Berenguer *et al.*, “Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests”. *PNAS*, 118 (30), 27/VII/2021.
- 469 Cf. Aline Pontes-Lopes *et al.*, “Drought-driven wildfire impacts on structure and dynamics in a wet Central Amazonian forest”. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, 19/V/2021: “Over the 3 years after the fire, stem density decreased from 517.7 ± 38.8 to 376.0 ± 53.2 stems ha⁻¹ while aboveground biomass decreased from 223.6 ± 66.7 to 193.7 ± 49.7 Mg ha⁻¹ in the burned plots. These values represented losses of 27.3 ± 9.0% in stem density and 12.7 ± 9.1% in aboveground biomass”.
- 470 Cf. Bernardo M. Flores *et al.*, “Repeated fires trap Amazonian blackwater floodplains in an open vegetation state”. *Journal of Applied Ecology*, 10/V/2016; Tayane Costa Carvalho, “Fires in Amazon blackwater Floodplain Forests: Causes, Human Dimension, and Implications for Conservation”. *Frontiers in Forests and Global Change*, 14/XII/2021.

⁴⁷¹ Cf. Flores *et al.*, cit. (2016): “a first fire event in floodplain forests completely destroys the trees, and over 90% of the superficial root system and tree seed bank, favouring the invasion of herbaceous vegetation. (...) However, if a second fire event occurs within a few decades (...), forest recovery rates drop and herbaceous cover persists”.

⁴⁷² Cf. “Projeto MapBiomias – Mapeamento das áreas queimadas no Brasil (Coleção 1). Agosto de 2021. <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet.pdf>.

⁴⁷³ Cf. Xiao Feng *et al.*, “How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity”. *Nature*, 1/IX/2021: “Since 2001, a total of 103,079–189,755 km² (2.2–4.1%) of the Amazon forest was potentially impacted by fire, affecting the ranges of the majority of plant and vertebrate species therein. Up to 93.3–95.5% of Amazonian plant and vertebrate species (13,608–13,931) might have been impacted by fires, if only to a minor degree. However, many of these species are known from a small number of records and probably have restricted ranges. Indeed, the Amazon comprises numerous species (610) that are considered threatened by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). Since 2001, a large fraction of these threatened species have now experienced impacts of fire within their ranges: 236–264 IUCN-listed plant species, 83–85 bird species, 53–55 mammal species, 5–9 reptile species and 95–107 amphibian species”.

⁴⁷⁴ Cf. Divino Silvério, Sonaira Silva, Ane Alencar & Paulo Moutinho, “Amazônia em chamas”. Nota técnica, IPAM, agosto de 2019.

⁴⁷⁵ Cf. Rodrigo de Oliveira Andrade, “Alarming surge in Amazon fires prompts global outcry”. *Nature*, 23/VIII/2019.

⁴⁷⁶ Aldo Rebelo, quando ainda líder do PCdoB, foi o relator do projeto do novo Código Florestal (Lei 12.651/2012). Rebelo contratou Samanta Pineda, Consultora jurídica para assuntos ambientais da Frente Parlamentar da Agropecuária, para formatar sua proposta. Cf. Marta Salomon, “Consultora do agronegócio ajudou a elaborar relatório do Código Florestal”. *Estado de São Paulo*, 8/VI/2010.

⁴⁷⁷ Ei-las, segundo um levantamento feito pelo Greenpeace: (1) Enfraquecimento da Lei Geral de Licenciamento ambiental (PL 3.729/2004); (2) atentado aos direitos indígenas e à demarcação de Terras Indígenas (PEC 215/2000 e PEC 132/2015); (3) Redução das áreas protegidas e Unidades de Conservação (UCs) no Pará (MP 756/2016 e MP 758/2016); (4) Liberação de agrotóxicos (PL 6299/2002); (5) Fim do conceito de função social da terra (MP 759/2016); (6) Ataque a direitos trabalhistas no campo e redefinição do conceito de trabalho escravo (PL 6422/2016 e PLS 432/2013); (7) Flexibilização do Código de Mineração (PL 37/2011). Cf. Greenpeace, “Resista: Sociedade Civil se une contra Temer e os ruralistas”.

⁴⁷⁸ Cf. Reinaldo Canto, “Blairo Maggi, constrangimento na COP22”. *Carta Capital*, 21/XI/2016.

⁴⁷⁹ “‘Desmatamento para nós é sinônimo de progresso’, diz pecuarista do Acre”. Contilnet Notícias, 13/IV/2020.

<<https://contilnetnoticias.com.br/2020/04/desmatamento-para-nos-e-sinonimo-de-progresso-diz-pecuarista-do-acre/>>.

⁴⁸⁰ Cf. Lilian Campelo, “Bolsonaro ameaça Amazônia, seus povos e biodiversidade, alertam geógrafos paraenses”. *Brasil de Fato*, 17/X/2018.

⁴⁸¹ Cf. Ane Alencar, Rafaella Silvestrini, Jarlene Gomes & Gabriela Savian, “Nota técnica. Amazônia em Chamas 9 – O novo e alarmante patamar de desmatamento na Amazônia”. IPAM, 2/II/2022.

⁴⁸² Cf. Tasso Azevedo *et al.*, “Relatório Anual do Desmatamento no Brasil”, MapBiomias Alerta, junho de 2021.

<https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2020/RAD2020_MapBiomiasAlerta_FINAL.pdf>.

⁴⁸³ Cf. Emílio Sant’Anna, “Garimpo e desmatamento em terras indígenas dobraram nos últimos três anos”. *Terra*, 18/IV/2022.

⁴⁸⁴ Segundo um depoimento do padre Angelo Pansa, publicado no site “Planeta Sustentável” em 21/IV/2013: “Em 2003, o Greenpeace esteve presente quando de uma apreensão de pesticida destinado ao desmatamento na Terra do Meio (Município de São Félix do Xingu-PA). A apreensão foi feita pelo Ibama e o material tóxico, considerado “Agente Laranja” pelo pessoal do Ibama. [...] Em 2007, na Terra do Meio, encontrei baldes metálicos vazios e também tambores de plástico do produto 2,4-D da Nufarm do Brasil (formulado com a molécula 2,4-D, ou seja, Ácido Diclorofenoxiacético). O balde vazio que fotografei (e que foi apresentado pela TV Globo em reportagens sobre a Terra do Meio) é semelhante ao fotografado em 1984 e publicado na revista alemã *Der Spiegel*, com o Tordon 101 da Dow AgroSciences, contendo a molécula 2,5-T (Ácido Diclorofenoxiacético). Misturando as duas moléculas, vão se formando as dioxinas semelhantes às que estavam no “Agente Laranja” utilizado no Vietnã”. Já citado em L. Marques, *Capitalismo e Colapso ambiental* (2015), Editora da Unicamp, 3ª ed., 2018, capítulo 1, seção 1.4 O recrudescimento do corte raso e da degradação na Amazônia.

⁴⁸⁵ Cf. Kátia Brasil, “Ibama flagra uso de aviões em desmatamento na Amazônia”. *FSP*, 01/VII/2011.

⁴⁸⁶ Cf. Eduardo Carvalho, “Área no Amazonas é desmatada com técnica usada no Vietnã”. *O Globo*, 3/VII/2011; “Fazendeiros estão usando o Agente Laranja para desmatar a Amazônia”. *Mongabay.com*, 5/X/2011; Claire Perlman, “Amazon facing new threat”. *The Guardian*, 14/VII/2011.

⁴⁸⁷ Citada por Helen Freitas, “Fazendeiros jogam agrotóxico sobre Amazônia para acelerar desmatamento”. *Reporter Brasil*, 16/XI/2021.

⁴⁸⁸ Cf. Amanda Audi, “O passado garimpeiro de Bolsonaro – e o perigo que essa paixão representa para a Amazônia”. *The Intercept Brasil*, 5/XI/2018; Veja-se vídeo de Bolsonaro <<https://www.youtube.com/watch?v=kjK7p0fKEzw>>.

⁴⁸⁹ Cf. Kátia Brasil e Emily Costa, “Como o IPCC se infiltrou nos garimpos em Roraima”. *Amazônia Real*, 11/V/2021; Clara Britto, “PCC se aproxima de garimpeiros para lavagem de recursos”. *Reporter Brasil*, 24/VI/2021; Eduardo Gonçalves e Aline Ribeiro, “‘Nós é a guerra’: Crime organizado avança sobre os garimpos ilegais da Amazônia”. *O Globo*, 2/XI/2021.

⁴⁹⁰ Cf. Flávio Ilha, “Explosão do garimpo ilegal na Amazônia despeja 100 toneladas de mercúrio na região”. *El País*, 20/VII/2021; Alicia Lobato, “Mercúrio do garimpo contamina peixes dentro e fora da Amazônia”. *Amazônia Real*, 10/XII/2021. O mesmo processo ocorre na Amazônia peruana, cf. Warren Cornwall, “Illegal gold mines flood Amazon forests with toxic mercury”. *Science*, 28/I/2022.

⁴⁹¹ Cf. Greenpeace, “Dia do Fogo completa um ano, com um legado de impunidade”, 9/VIII/2020.

<<https://www.greenpeace.org/brasil/florestas/dia-do-fogo-completa-um-ano-com-legado-de-impunidade/>>.

⁴⁹² “Área incendiada no ‘Dia do Fogo’ foi transformada em plantação de soja”. *Reporter Brasil*, 8/II/2022.

⁴⁹³ Cf. C. Nobre, “A Amazônia está próxima de um ponto de não retorno?” Webconferência Ambiental realizada pelo Tribunal de Contas do Estado do Amazonas (TCE-AM): Desmatamento e Queimadas na Amazônia, desafio de todos!

<<https://www.youtube.com/watch?v=cg5Rh5CVm48>>.

⁴⁹⁴ Humboldt entendia a Terra como um sistema autorregulado e uma sua carta a Karl August Varnhagen, de 24 de outubro de 1834, atesta que considerava intitular *Gäa* sua obra síntese, *Cosmos*. Cf. Andrea Wulf, *The invention of nature The Adventures of Alexander von Humboldt, the Lost Hero of Science*, Hodder & Stoughton, 2015.

⁴⁹⁵ Cf. James Lovelock, “Gaia as seen from the atmosphere”. *Atmospheric Environment*, 6, 1972, pp. 579-580; James E. Lovelock, Lynn Margulis, “Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis”. *Tellus*, 26, 1-2, 1974; James Lovelock, *Gaia. A new look at life on Earth*, Oxford, 1979; Idem, *The Revenge of Gaia*. Londres, 2006; Idem, *The Vanishing Face of Gaia. A final warning*. Londres, 2009.

⁴⁹⁶ Cf. Tim Lenton, *Earth System Science. A Very Short Introduction*, Oxford University Press, 2016, p. 24: “It represents the first scientific statement of the Earth as a system that is more than the sum of its parts. Thus for me at least, the Gaia hypothesis marks the start of Earth system Science”.

⁴⁹⁷ Em meu entender, uma contribuição muito importante ao debate foi proposta por Luciano Onori & Guido Visconti, “The GAIA theory: from Lovelock to Margulis. From a homeostatic to a cognitive autopoietic worldview”. *Rendiconti Lincei*, 26/VI/2012.

⁴⁹⁸ Cf. Timothy Lenton *et al.*, “Tipping elements in the Earth’s climate system”. *PNAS*, 105, 6, 12/II/2008: “The term “tipping point” commonly refers to a critical threshold at which a tiny perturbation can qualitatively alter the state or development of a system. Here we introduce the term “tipping element” to describe large-scale components of the Earth system that may pass a tipping point”.

⁴⁹⁹ Cf. “Tipping Elements – the Achilles Heels of the Earth System”. Potsdam Institute for Climate Impact Research: “Tipping elements are large-scale components of the Earth system, which are characterized by a threshold behavior. When relevant aspects of the climate approach a threshold, these components can be tipped into a qualitatively different state by small external perturbations. (...) The threshold behavior is often based on self-reinforcing processes which, once tipped, can continue without further forcing. It is thus possible that a component of the Earth system remains ‘tipped’, even if the background climate falls back below the threshold. The transition resulting from the exceedance of a system-specific tipping point can be either abrupt or gradual.”

<<https://www.pik-potsdam.de/en/output/infodesk/tipping-elements#k-ppen-climate-classification>>.

⁵⁰⁰ Veja-se, por exemplo, Greta Moran, “What happens in the Arctic doesn’t stay in the Arctic”. *Mother Jones*, 15/XII/2018. O termo é incessantemente repetido na literatura e nas reportagens sobre o Ártico.

⁵⁰¹ Cf. Brien *et al.*, cit. (2015).

⁵⁰² Cf. Daniel Grossman e David Lapola, *Floresta em risco. As mudanças climáticas destruirão a floresta amazônica?*, AmazonFACE / CNPq, 2018, p. 56.

⁵⁰³ Cf. Timothy M. Lenton, “Early warning of climate tipping points”. *Nature Climate Change*, 19/VI/2011.

⁵⁰⁴ Cf. Thomas E. Lovejoy & Carlos Nobre, “Amazon tipping point” (editorial). *Science Advances*, 4, 2, 21/II/2018: “We believe that negative synergies between deforestation, climate change, and widespread use of fire indicate a tipping point for the Amazon system to flip to non-forest ecosystems in eastern, southern and central Amazonia at 20-25% deforestation”.

⁵⁰⁵ Cf. Thomas E. Lovejoy & Carlos Nobre, “Amazon tipping point: Last Chance for Action” (editorial). *Science Advances*, 5, 12, 20/XII/2019: “How much deforestation could the forest (...) withstand before there would be insufficient moisture to support tropical rain forests or before big portions of the landscape would convert to tropical savannah? (...) The increasing frequency of unprecedented droughts in 2005, 2010, and 2015/16 is signaling that the tipping point is at hand. (...) Today, we stand exactly in a moment of destiny: The tipping point is here, it is now. The peoples and leaders of the Amazon countries together have the power, the science, and the tools to avoid a continental-scale, indeed, a global environmental disaster”.

⁵⁰⁶ Cf. C. Nobre, “A Amazônia está próxima de um ponto de não retorno?” Webconferência Ambiental realizada pelo Tribunal de Contas do Estado do Amazonas (TCE-AM): Desmatamento e Queimadas na Amazônia, desafio de todos! <<https://www.youtube.com/watch?v=cg5Rh5CVm48>>.

⁵⁰⁷ Cf. Hans ter Steege *et al.*, “Hyperdominance in the Amazonian tree flora”. *Science*, 342, 2013: “We found 227 “hyperdominant” species (1.4% of the total) to be so common that together they account for half of all trees in Amazonia, whereas the rarest 11,000 species account for just 0.12% of trees. Most hyperdominants are habitat specialists that have large geographic ranges but are only dominant in one or two regions of the basin”.

⁵⁰⁸ Cf. Hans Ter Steege, “Estimating the global conservation status of more than 15,000 Amazonian tree species”. *Science Advances*, 1, 10, 20/XI/2015: “We overlay spatial distribution models with historical and projected deforestation to show that at least 36% and up to 57% of all Amazonian tree species are likely to qualify as globally threatened under International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List criteria. We show that the trends

observed in Amazonia apply to trees throughout the tropics, and we predict that most of the world's >40,000 tropical tree species now qualify as globally threatened".

⁵⁰⁹ Cf. Aldem Bourscheit, "Quase 500 milhões de árvores derrubadas na Amazônia brasileira em 2021". *InfoAmazônia*, 5/XI/2021. Veja-se Plena Mata <<https://plenamata.eco/>>.

⁵¹⁰ Cf. Instituto Brasileiro de Florestas, Caatinga: "Os órgãos ambientais do setor federal estimam que mais de 46% da área da Caatinga já foi desmatada e é considerada ameaçada de extinção". Veja-se também João Vítor Santos, "60% da Caatinga já foi modificada por atividades humanas. Entrevista especial com Cristina Baldauf". Instituto Humanitas Unisinos, 5/III/2020.

⁵¹¹ Cf. FAO, *We can't live without forests*. "Forests are key to supporting life on Earth." <<https://www.fao.org/zhc/detail-events/en/c/262862/>>.

⁵¹² Cf. Cristiane Prizibisczki, "32% do gado adquirido pela JBS no Pará vem de área com desmatamento ilegal, diz MPF". (o) eco, 7/X/2021.

⁵¹³ Cf. Pedro da Motta Veiga & Sandra Polónia Rios, "Desafios das exportações de produtos agroflorestais da Amazônia: o papel do ambiente institucional". Centro de Estudos de Integração e Desenvolvimento (Cindes), *breves cindes*, outubro de 2021.

⁵¹⁴ Cf. Stephen P. Hubell *et al.*, "How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct?". *PNAS*, 105, 12/VIII/2008.

⁵¹⁵ Cf. Sibélia Zanon, "Antonio Donato Nobre: 'A floresta está perdendo capacidade de sequestrar carbono porque está doente'". *Mongabay*, 13/XII/2019.

⁵¹⁶ Cf. Eliane Brum, "A Amazônia é o centro do mundo". *El País*, 9/VIII/2019.

Notas do Capítulo 4

⁵¹⁷ Cf. Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), "Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires". *Annales de chimie et de physique*, 1824, in *Oeuvres de Fourier*, ed. por Jean Gaston Darboux, Cambridge Univ. Press, 1890, ed. 2013, volume 2, p. 100: "A interposição do ar modifica muito os efeitos do calor sobre a superfície do globo. O calor do sol, chegando à Terra em estado de luz, possui a propriedade de atravessar as substâncias sólidas ou líquidas diáfanas, e a perde quase inteiramente quando se converte, por sua comunicação aos corpos terrestres, em calor irradiante obscuro". ("L'interposition de l'air modifie beaucoup les effets de la chaleur à la surface du globe. La chaleur du soleil arrivant à l'état de lumière, possède la propriété de pénétrer les substances solides ou liquides diaphanes, et la perd presque entièrement lorsqu'elle s'est convertie, par sa communication aux corps terrestres, en chaleur rayonnante obscure").

⁵¹⁸ O trabalho foi publicado no mesmo ano. Cf. Eunice Foote, "Circumstances affecting the Heat of the Sun's Rays". *The American Journal of Science and Arts*, XXII, novembro de 1856, pp. 382-383: "An atmosphere of that gas [CO₂] would give to our earth a high temperature; and if as some suppose, at one period of its history the air had mixed with it a larger proportion than as present, an increased temperature from its own action as well as from increased weight must have necessarily resulted."

⁵¹⁹ Cf. John Tyndall (1820-1863), "On the absorption and irradiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption and conduction". *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1861: "Changes in the amount of any of the radiatively active constituents of the atmosphere, such as CO₂, could have produced all the mutations of climate which the researches of geologists reveal" (citado no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC 2001).

⁵²⁰ Cf. Svante Arrhenius, "Über den Einfluss des Atmosphärischen Kohlensäuren-gehalts auf die Temperatur der Erdoberfläche". *Proceedings of the Royal Swedish Academy of Science*, 1896.

⁵²¹ Cf. Idem, *Världarnas utveckling*, 1906, tradução inglesa *Worlds in the Making*, Londres e Nova York, Harper & Brothers, 1908: "To a certain extent the temperature of the earth's surface (...) is conditioned by the properties of the atmosphere surrounding it, and particularly by the permeability of the latter for the rays of heat." (p. 46) "That the atmospheric envelopes limit the heat losses from the planets had been suggested about 1800 by the great French physicist Fourier. His ideas were further developed afterwards by Pouillet and Tyndall. Their theory has been styled the hot-house theory, because they thought that the atmosphere acted after the manner of the glass panes of hot-houses."

⁵²² Cf. G.S Callendar, "The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 64, 1938, p. 233.

⁵²³ Cf. Gilbert Norman Plass: "Infrared Radiation in the Atmosphere". *American Journal of Physics*, 24, 1956, pp. 303-321; "Carbon Dioxide and the Climate". *American Scientist*, 44, 1956, pp. 302-316; "Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate". *American Journal of Physics*, 24, 1956, pp. 376-387; "Carbon Dioxide and Climate". *Scientific American*, 1959, pp. 41-47; Roger Revelle & Hans E. Suess, "Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂, during the Past Decades". *Tellus*, 9, 1, 1957, pp. 18-27.

⁵²⁴ Cf. Jule Charney (coord.), *Carbon Dioxide and Climate: A Scientific Assessment Report of an Ad Hoc Study Group on Carbon Dioxide and Climate*, 23-27/VII/1979. Relatório realizado pelo Woods Hole, Massachusetts, para o the Climate Research Board Assembly of Mathematical and Physical Sciences, National Research Council.

⁵²⁵ Cf. Nathaniel Rich, *Losing Earth. A Recent History*, Nova York, 2019: “Nearly everything we understand about global warming was understood in 1979.”

⁵²⁶ Cf. Wallace S. Broecker, “Climatic Change. Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?” *Science*, 189, 8/VIII/1975, pp. 460-463.

⁵²⁷ Cf. James Hansen *et al.*, “Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide”. *Science*, 213, 4511, 28/VIII/1981, pp. 957-966; J. Hansen *et al.*, “Global Climate Changes as Forecasted by the Goddard Institute for Space Studies Three Dimensional Model”. *Journal of Geophysical Research*, 93, 20/VIII/1988, pp. 9341-9364.

⁵²⁸ Cf. “Carl Sagan testifying before Congress in 1985 on climate change”: “The best estimates – they certainly have some uncertainty attached to them – are that, at the present rate of burning of fossil fuels, at the present rate of increase of minor infrared absorbing gases in the earth’s atmosphere, there will be a several centigrade degree increase on the earth’s global average by the middle to the end of the next century”.

<<https://www.youtube.com/watch?v=Wp-WiNXH6hl>>.

⁵²⁹ Hansen *et al.* cit. (1981), p. 964: “Projected global warming for fast growth is 3°C to 4.5°C at the end of the next century, depending on the proportion of depleted oil and gas replaced by synfuels. (...) A 2°C global warming is exceeded in the 21st century in all the CO2 scenarios we considered, except no growth and coal phaseout”.

⁵³⁰ Os 6 Relatórios de Avaliação foram publicados em 1990, 1995, 2001, 2007, 2013/14 e 2021/2022. Os quatro relatórios especiais são: *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* (2012); *Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C* (2018); *Climate Change and Land* (2019) e *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (2019).

⁵³¹ Cf. John McNeil & Peter Engelke, *The Great Acceleration. An environmental history of the Anthropocene since 1945*. Harvard Univ. Press, 2014; Will Steffen, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney, Cornelia Ludwig, “The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration”. *The Anthropocene Review*, 2(1), 2015, pp. 81-98; Ugo Bardi, *Extracted. How the Quest for Mineral Wealth is Plundering the Planet*, Vermont, Chelsea 2014.

⁵³² Cf. Jaia Syvitski *et al.*, “Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch”. *Communications Earth & Environment*, 1, 32, 2020.

⁵³³ Cf. IPCC Fourth Assessment Report, Summary for Policymakers, 2007: “Warming of the climate system is unequivocal, as is now evident from observations of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice and rising global average sea level” (p. 2). “Climate change is occurring now, mostly as a result of human activities” (p. III).

⁵³⁴ IPCC AR5, Climate Change Synthesis Report 2014: “human influence on the climate system is clear and growing, with impacts observed across all continents and oceans. Many of the observed changes since the 1950s are unprecedented over decades to millennia” <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf>.

⁵³⁵ Cf. IPCC Climate Change 2021. The Physical Science Basis Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (WMO-UNEP), Summary for Policymakers. Approved Version, 9/VIII/2021, doravante IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 5: “It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land. (...) Observed increases in well-mixed greenhouse gas (GHG) concentrations since around 1750 are unequivocally caused by human activities”.

⁵³⁶ Cf. Paul Crutzen, “Geology of mankind”. *Nature*, 415, 6867, 2002, p. 23; Idem, “The Anthropocene”, in E. Ehlers, T. Krafft (eds.), *Earth System Science in the Anthropocene: Emerging Issues and Problems*. Springer, 2006; Andrew Revkin (1992), *Global Warming: Understanding the Forecast*. American Museum of Natural History, Environmental Defense Fund. Nova York: Abbeville Press, 1992; Will Steffen, Paul Crutzen & John McNeil, “The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?” *Ambio*, 36, 8, 2007. Royal Swedish Academy of Sciences; Will Steffen, Jacques Grinevald, Paul Crutzen & John McNeil, “The Anthropocene: conceptual and historical perspectives”. *Philos. Transactions of the Royal Society*, 369, 2011, pp. 842-867; Jan Zalasiewicz, “The Anthropocene as a potential new unit of the Geological Time Scale”, 2015 <https://www.youtube.com/watch?v=y_FbbXlgkgE>; Luiz Marques, “Gênese da ideia de Antropoceno”, in *Capitalismo e colapso ambiental*. Ed. da Unicamp, 3ª ed., 2018, capítulo 10, item 10.1, pp. 461-480.

⁵³⁷ A unidade Watt por hora (Wh) indica potência em Joules por hora, sendo que 1 Wh equivale a 3.600 joules. Um Terawatt por hora (TWh) equivale a 10¹² Wh ou 3,6 x 10¹⁵ joules.

⁵³⁸ Sobre o que se pode chamar a segunda saga do carvão, cf. L. Marques, *Capitalismo e Colapso Ambiental*, Editora da Unicamp, 3ª. Ed., 2018, capítulo 5: A regressão ao carvão, com atualização para 2019 na edição inglesa (Springer 2020)

⁵³⁹ Cf. IEA, Coal 2021. Analysis and forecast to 2024, p. 6: “The declines in global coal-fired power generation in 2019 and 2020 led to expectations that it might have peaked in 2018. But 2021 dashed those hopes. With electricity demand outpacing low-carbon supply, and with steeply rising natural gas prices, global coal power generation is on course to increase by 9% in 2021 to 10 350 terawatt-hours (TWh) – a new all-time high.”

⁵⁴⁰ Cf. CarbonBrief, “The World’s coal power plants”, 20/III/2020 <<https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants>>.

⁵⁴¹ Cf. Bloomberg Coal Countdown, “Tracking our progress toward a coal-free future”. <<https://bloombergscoalcountdown.com/>>.

-
- ⁵⁴² Cf. Carbon Tracker, “Do not revive coal”. Junho de 2021, p. 6.
- ⁵⁴³ Cf. Adele Peters, “This map shows every one of the world’s remaining coal power plants”. *Fast Company*, 4/III/2021 <<https://www.fastcompany.com/90610616/this-map-shows-every-one-of-the-worlds-remaining-coal-power-plants>>.
- ⁵⁴⁴ Cf. Michael Standaert, “Despite Pledges to Cut Emissions, China Goes on a Coal Spree”. *YaleEnvironment360*, 24/III/2021.
- ⁵⁴⁵ Cf. Darrel Proctor, “First 1-GW Unit of Major China Coal-Fired Plant Comes Online”. *Power*, 28/XII/2021.
- ⁵⁴⁶ “We are getting closer to the point where renewables are going to genuinely cut into fossil fuels”. Citado por Michael Le Page, “A new energy world”. *New Scientist*, 7/VIII/2021, pp. 34-43, p. 35.
- ⁵⁴⁷ “We fool ourselves if we think we can fool nature”. Veja-se “Secretary-General’s remarks at 2019 Climate Action Summit”, 23/IX/2019. <<https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2019-09-23/secretary-generals-remarks-2019-climate-action-summit-bilingual-delivered-please-scroll-down-for-all-english-version>>.
- ⁵⁴⁸ Cf. AIE, “Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector”. Maio de 2021, 3ª revisão, julho de 2021: “there is no need for investment in new fossil fuel supply in our net zero pathway”.
- ⁵⁴⁹ Cf. Dan Calverley & Kevin Anderson, *Phaseout Pathways for Fossil Fuel Production within Paris-compliant carbon budgets*, março de 2022, p. 6: “There is no practical emission space within the IPCC’s carbon budget for a 50% chance of 1.5°C for any nation to develop any new production facilities of any kind, whether coal mines, oil wells or gas terminals. This challenging conclusion holds across all nations, regardless of income or levels of development”.
- ⁵⁵⁰ *Ibid*, p. 6: “Although poorer countries have longer to phase out oil and gas production, many will be hit hard by the loss of revenue with an attendant risk of political instability. An equitable transition will require wealthy high-emitting nations make substantial and ongoing financial transfers to poorer nations to facilitate their low-carbon development, against a backdrop of dangerous and increasing climate impacts”.
- ⁵⁵¹ Cf. “World Bank Annual Meeting: Bank invested over \$ 10.5 billion in fossil fuels since Paris Agreement”. Urgewald, 12/X/2020. <<https://urgewald.org/en/medien/world-bank-annual-meeting-bank-invested-over-105-billion-fossil-fuels-paris-agreement>>.
- ⁵⁵² Cf. *Banking on Climate Chaos. Fossil Fuel Finance Report*, 2022, assinado por uma coalizão de ONGs: Rainforest Action Network, Banktrack, Indigenous Environmental Network, Sierra Club, Oil Change International e Reclaim Finance.
- ⁵⁵³ *Ibid*: “Overall fossil fuel financing remains dominated by four U.S. banks — JPMorgan Chase, Citi, Wells Fargo, and Bank of America — who together account for one quarter of all fossil fuel financing identified over the last six years”.
- ⁵⁵⁴ Cf. Reclaim Finance, “Protecting the Arctic from Oil and Gas Expansion”. Setembro de 2021. Para o relatório completo, cf. Eren Can Ileri, Henri Her, Alix Mazounie & Lucie Pinson, *Drill, Baby, Drill. How banks, investors and insurers are driving oil and gas expansion in the Arctic*. Setembro de 2021, 24 p. <https://reclaimfinance.org/site/wp-content/uploads/2021/09/Drill_Baby_Drill_RF_Arctic_Report_23_09_2021.pdf>.
- ⁵⁵⁵ Reclaim Finance, cit., setembro de 2021: “from 2016 to 2020, commercial banks channeled \$314 billion to Arctic expansionists in loans and underwriting. As of March 2021, investors held roughly \$272 billion in those same companies in shares and bonds (...) 80% of all loans and underwriting to Arctic expansionists comes from just 30 banks”.
- ⁵⁵⁶ Cf. Paul Voosen, “The Arctic is warming fourfold times faster than the rest of the world”. *Science*, 14/XII/2021.
- ⁵⁵⁷ Sobre a importância do metano como GEE, cf. Gavin Schmidt, “Methane: A Scientific Journey from Obscurity to Climate Super-Stardom”. *Goddard Institute for Space Studies*, setembro de 2004; Seth Borenstein, “Study Says Methane a New Climate Threat”. *The Washington Post*, 6/IX/2006; E. M. Herndon, “Permafrost slowly exhales methane”. *Nature Climate Change*, 8, 4, April 2018, pp. 273-274; Joshua F. Dean *et al.*, “Methane Feedbacks to the Global Climate System in a Warmer World”. *Reviews of Geophysics*, 56, 15/II/2018; Christian Knoblauch *et al.*, “Methane production as key to the greenhouse gas budget of thawing permafrost”. *Nature Climate Change*, 8, 19/III/2018, pp. 309-312; Sara E. Mikaloff Fletcher & Hinrich Schaefer, “Rising methane: A new climate challenge”. *Science*, 364, 6444, 7/VI/2019, pp. 932-933; Katrin Kohnert, “Strong geologic methane emissions from discontinuous terrestrial permafrost in the Mackenzie Delta, Canada”. *Scientific Reports*, 19/VII/2017.
- ⁵⁵⁸ Cf. National Resources Defense Council (NRDC), “Carbon trap: How international coal finance undermines the Paris Agreement” (NRDC, 2016), p. 9; Safdar Bashir, Nabeel Khan Niazi & Muhammad Arif Watto, “Injustices of foreign investment in coal”. *Science*, 360, 6393, 2018, pp. 1080-81.
- ⁵⁵⁹ Cf. “Coal Power Finance in High Impact Countries”. Sustainable Energy for All & Climate Policy Initiative, setembro de 2021. <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2021/09/EF2021_CoalFinance_20210915_final.pdf>.
- ⁵⁶⁰ Uma subscrição refere-se ao processo pelo qual os bancos captam investimentos para empresas emitindo títulos ou ações em seu nome e vendendo-os a investidores, como fundos de pensão, seguradoras, fundos mútuos etc.
- ⁵⁶¹ Cf. Urgewald (com a colaboração de Reclaim Finance, Rainforest Action Network, 350.org Japan e 25 outras ONGs parceiras), “Groundbreaking Research Reveals the Financiers of the Coal Industry”. 25/II/2021; Cecilia Jamasmie, “World’s two largest asset managers have invested \$ 170 bn in coal”. *Mining(dot)com*. <<https://reclaimfinance.org/site/wp-content/uploads/2021/02/Embargoed-release-GCEL-finance-research.pdf>>. <<https://www.mining.com/worlds-two-largest-asset-managers-have-invested-170bn-in-coal/>>.
- ⁵⁶² Cf. Yelena Solovyova & Vladimir Sliviyak, “Race to the Bottom. Consequences of massive coal mining for the environment and public health of Kemerovo Region”. Environmental group Ecodefense, 2021, p. 4.
- ⁵⁶³ Trata-se do Bank of America e o Citi dos EUA, o Commerzbank da Alemanha, o Banco da China e cinco bancos russos: Alfa Bank, Gazprombank, Renaissance Capital, SberCIB e VTB Capital. Cf. Urgewald, Banktrack,

“Commerzbank, Citi and Bank of America among banks issuing new deal for Russian coal giant SUEK just two months before COP26”, 9/IX/2021.

⁵⁶⁴ Cf. G20 Leaders Statement: The Pittsburgh Summit, 24-25/IX/2009: “24. To phase out and rationalize over the medium term inefficient fossil fuel subsidies while providing targeted support for the poorest. Inefficient fossil fuel subsidies encourage wasteful consumption, reduce our energy security, impede investment in clean energy sources and undermine efforts to deal with the threat of climate change. 25. We call on our Energy and Finance Ministers to report to us their implementation strategies and timeline for acting to meet this critical commitment at our next meeting”. <http://www.g20.utoronto.ca/2009/2009communique0925.html#energy>.

⁵⁶⁵ Cf. “Doubling Back and Doubling Down: G20 scorecard on fossil fuel funding”. International Institute for Sustainable Development, novembro de 2020: “On average, per year in 2017, 2018 and 2019, the G20 governments gave at least \$584 billion in support to fossil fuels at home and overseas. This total consisted of \$25 billion in direct budget transfers (4%), \$79 billion in tax expenditure (14%), \$172 billion in price support (29%), \$51 billion in public finance (9%), and \$257 billion in SOE investment (44%)”.

⁵⁶⁶ Cf. Energy Policy Tracker, “Track public money for energy in recovery packages”, 7/IV/2021.

<https://www.energypolicytracker.org/region/g20/>.

⁵⁶⁷ Cf. Ian Parry, Simon Black & Nate Vernon, “Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies”. IMF Working Paper (WP/21/236), setembro de 2021: “Globally, fossil fuel subsidies were \$5.9 trillion in 2020 or about 6.8 percent of GDP, and are expected to rise to 7.4 percent of GDP in 2025”.

⁵⁶⁸ Por companhia estatal entende-se aqui, conforme a definição proposta por Richard Heede, do Climate Accountability Institute, empresas em que mais de 50% das cotas pertencem ou são controladas por um Estado. Cf. Richard Heede, *Carbon Majors. Updating activity data, adding entities, & calculating emissions: A Training Manual*. Climate Accountability Institute, 2019: “Many state-owned companies are partially owned by individual and institutional shareholders. These include Equinor, Petrobras, and Gazprom, and are considered state-owned if more than fifty percent of shares are controlled by the state. Equinor (formerly Statoil) is 67% owned by the Norwegian government, Petrobras is 64% owned by the government of Brazil, and Gazprom is 50.003% owned by the Russian Federation. In the coal sector, Coal India is 78% owned by the government”.

⁵⁶⁹ Cf. Ian Bremmer, “The Long Shadow of the Visible Hand”. *The Wall Street Journal*, 22/V/2010: “the 13 largest energy companies on Earth, measured by the reserves they control, are now owned and operated by governments. Saudi Aramco, Gazprom (Russia), China National Petroleum Corp., National Iranian Oil Co., Petróleos de Venezuela, Petrobras (Brazil) and Petronas (Malaysia) are all larger than ExxonMobil, the largest of the multinationals. Collectively, multinational oil companies produce just 10% of the world's oil and gas reserves. State-owned companies now control more than 75% of all crude oil production”.

⁵⁷⁰ Cf. OffShore, “Top ten oil and gas companies in 2020”, 20/X/2020.

<https://www.offshore-technology.com/features/top-ten-oil-and-gas-companies-in-2020/>.

⁵⁷¹ Cf. OffShore, “Top ten companies by oil production”, 14/V/2019.

<https://www.offshore-technology.com/features/companies-by-oil-production/>.

⁵⁷² Cf. Luiz Marques, *Capitalismo e colapso ambiental* (2015), Campinas, 2018³, Introdução.

⁵⁷³ Cf. “National Oil Companies and Climate Change”. National Resource Governance Institute & International Institute for Sustainable Development (IISD), Seminário, 21/IV/2021: “National oil companies (NOCs) wield a major influence over the fight against climate change: they produce more than half of the world's oil and gas and are projected to spend almost \$2 trillion on upstream projects over the next decade”.

⁵⁷⁴ Cf. Amanda Morrow, “World's state-owned oil companies are 'betting on missing climate goals'”. *RFI*, 10/II/2021.

⁵⁷⁵ Cf. Donald Shaw, “U.S. senators own as much as \$14 million in fossil fuel stocks, raising questions about their willingness to adequately address climate change”. *Sludge*, 24/IX/2021; David Moore “Reps among the top oil and gas investors in Congress bought more shares in pipeline companies as the House moved to pass the bipartisan infrastructure bill”. *Sludge*, 29/XII/2021.

⁵⁷⁶ Cf. Fiona Harvey, “Secretive national oil companies hold our climate in their hands”. *The Guardian*, 9/X/2019.

⁵⁷⁷ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report 2022, Working Group III – Mitigation of Climate Change, 5/IV/2022, Summary for Policymakers, p. 4: “Global net anthropogenic GHG emissions were 59±6.6 GtCO₂-eq in 2019, about 12% (6.5 GtCO₂-eq) higher than in 2010 and 54% (21 GtCO₂-eq) higher than in 1990”.

https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf.

⁵⁷⁸ Cf. J.G.J. Olivier & J.A.H.W. Peters, “Trends in Global CO₂ and Total Greenhouse Gas Emissions 2020 Report”. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 20/XII/2020: “The 2019 global GHG emissions amounted to 57.4 GtCO₂ eq when also including those from land-use change (which are estimated at a very uncertain 5.0 GtCO₂ eq (±50%), which is an increase of 70% compared to 2018.”

⁵⁷⁹ O termo CO₂-equivalente (CO₂-eq ou CO₂e) designa o conjunto das emissões de gases de efeito estufa (sobretudo CO₂ + CH₄ + N₂O) medidas em função do potencial de aquecimento global do CO₂.

⁵⁸⁰ Cf. Olivier & Peters, cit. (2020): “In 2019, the growth in total global greenhouse gas (GHG) emissions (excluding those from land-use change) continued at a rate of 1.1% (±1%). (...) “Global greenhouse gas (GHG) emissions have increased, on average, by 1.1% per year, from 2012 to 2019. (...) The 2019 global GHG emissions excluding those from land-use change were about 59% higher than in 1990 and 44% higher than in 2000”.

⁵⁸¹ Veja-se entrevista concedida a Felipe Betim, “Carlos Nobre: ‘O desafio brasileiro vai além da Amazônia. Não dá mais para jogar para o futuro’”. *El País*, 30/X/2021.

-
- ⁵⁸² Cf. Chris Mooney, Juliet Eilperin, Desmond Butler, John Muyskens, Anu Narayanswamy & Naema Ahmed, "Countries' climate pledges built on flawed data, Post investigation finds". *The Washington Post*, 7/XI/2021.
- ⁵⁸³ Cf. Philip M. Fearnside, "Greenhouse Gas Emissions from a Hydroelectric Reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the Energy Policy Implications". *Water, Air, and Soil Pollution*, 133, 2002, pp. 69-96; Idem, "Why Hydropower is not clean energy". *Scitizen*, 9/I/2007.
- ⁵⁸⁴ Cf. Philip M. Fearnside & Salvador Pueyo, Greenhouse-gas emissions from tropical dams". *Nature Climate Change*, 2, 2012, pp. 382-384: "Brazil's hydroelectric reservoirs in 2000 totalled 33×10^3 km², an area larger than Belgium. (...) Unfortunately, these dams can be expected to have cumulative emissions that exceed those of fossil-fuel generation for periods that can extend for several decades, making them indefensible on the basis of global warming mitigation".
- ⁵⁸⁵ Cf. Philip Fearnside, "Many rivers, too many dams". *The New York Times*, 2/X/2020.
- ⁵⁸⁶ Cf. Alexandre Kemenes, Bruce Forsberg e John Melack, "As hidrelétricas e o aquecimento global". *EcoDebate*, originalmente publicado no *Jornal do Brasil* em 27/01/2008.
- ⁵⁸⁷ Cf. Rafael M. Almeida *et al.*, "Reducing greenhouse gas emissions of Amazon hydropower with strategic dam planning". *Nature Communications*, 19/IX/2019: "about 10% of the world's hydropower facilities emit as much GHGs per unit energy as conventional fossil-fueled power plants. Some existing dams in the lowland Amazon have been shown to be up to ten times more carbon-intensive than coal-fired power plants".
- ⁵⁸⁸ Cf. Amanda Coletta, Chris Mooney, Brady Dennis, Naema Ahmed & John Muyskens, "A megafire raged for three months. No one's on the hook for its emissions". *The Washington Post*, 20/IV/2022.
- ⁵⁸⁹ Cf. Chris Mooney, Juliet Eilperin, Desmond Butler, John Muyskens, Anu Narayanswamy & Naema Ahmed, "Countries' climate pledges built on flawed data, Post investigation finds". *The Washington Post*, 7/XI/2021: "Across the world, many countries underreport their greenhouse gas emissions in their reports to the United Nations, a Washington Post investigation has found. An examination of 196 country reports reveals a giant gap between what nations declare their emissions to be vs. the greenhouse gases they are sending into the atmosphere. The gap ranges from at least 8.5 billion to as high as 13.3 billion tons a year of underreported emissions — big enough to move the needle on how much the Earth will warm. The plan to save the world from the worst of climate change is built on data. But the data the world is relying on is inaccurate".
- ⁵⁹⁰ Cf. OMM, State of Global Climate 2021. WMO Provisional Report: "The growth rate of all three greenhouse gases in 2020 was above the average for the last decade despite a 5.6% drop in fossil fuel CO₂ emissions in 2020 due to restrictions related to the COVID-19 pandemic". <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10859>.
- ⁵⁹¹ Cf. AIE, "Global Energy Review: CO₂ Emissions in 2021". Março de 2022: "Emissions increased by almost 2.1 Gt from 2020 levels. This puts 2021 above 2010 as the largest ever year-on-year increase in energy-related CO₂ emissions in absolute terms. (...) CO₂ emissions in 2021 rose to around 180 megatonnes (Mt) above the pre-pandemic level of 2019".
- ⁵⁹² "Global energy-related CO₂ emissions were 2% higher in December 2020 than in the same month a year earlier, according to IEA data, driven by economic recovery and a lack of clean energy policies". AIE, 2/III/2021: "The rebound in global carbon emissions toward the end of last year is a stark warning that not enough is being done to accelerate clean energy transitions worldwide. If governments don't move quickly with the right energy policies, this could put at risk the world's historic opportunity to make 2019 the definitive peak in global emissions." <<https://www.iea.org/news/after-steep-drop-in-early-2020-global-carbon-dioxide-emissions-have-rebounded-strongly>>.
- ⁵⁹³ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report 2022, Working Group III – Mitigation of Climate Change, 5/IV/2022, Summary for Policymakers, p. 5: "Historical cumulative net CO₂ emissions from 1850 to 2019 were 2400 ± 240 GtCO₂ (high confidence). Of these, more than half (58%) occurred between 1850 and 1989 [1400 ± 195 GtCO₂], and about 42% between 1990 and 2019 [1000 ± 90 GtCO₂]. About 17% of historical cumulative net CO₂ emissions since 1850 occurred between 2010 and 2019 [410 ± 30 GtCO₂]".
- ⁵⁹⁴ Cf. "Copernicus: Globally, the seven hottest years on record were the last seven; carbon dioxide and methane concentrations continue to rise". 10/I/2022. <<https://climate.copernicus.eu/copernicus-globally-seven-hottest-years-record-were-last-seven>>.
- ⁵⁹⁵ Cf. Matthew Cappucci & Jason Samenow, "Carbon dioxide spikes to critical record, halfway to doubling preindustrial levels". *The Washington Post*, 5/IV/2021; NOAA Research, "Carbon dioxide peaks near 420 parts per million at Mauna Loa observatory". Junho 2021. <<https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2764/Coronavirus-response-barely-slows-rising-carbon-dioxide>>.
- ⁵⁹⁶ Cf. "Met Office: Atmospheric CO₂ now hitting 50% higher than pre-industrial levels". Carbon Brief, 16/III/2021.
- ⁵⁹⁷ Cf. IPCC, Fourth Assessment Report, 2007, Synthesis Report: "Radiative forcing is a measure of the influence a factor has in altering the balance of incoming and outgoing energy in the Earth-atmosphere system and is an index of the importance of the factor as a potential climate change mechanism".
- ⁵⁹⁸ Veja-se "CO₂-earth" <<https://www.co2.earth/global-co2-emissions>>.
- ⁵⁹⁹ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 9: "In 2019, atmospheric CO₂ concentrations were higher than at any time in at least 2 million years (high confidence)".
- ⁶⁰⁰ Cf. Rebecca Lindsey, "Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide". NOAA, 1/VIII/2018; Catherine Brahic, "We have reached a troubling carbon dioxide milestone". *New Scientist*, 22/V/2013. <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>>
- ⁶⁰¹ Cf. Gavin Foster, Dana Royer & Dan Lunt, "Past and Future CO₂". *Skeptical Science*, 1/V/2014.

⁶⁰² Cf. Alan M. Haywood, Harry J. Dowsett & Aisling M. Dolan, ‘Integrating geological archives and climate models for the mid-Pliocene warm period’. *Nature Communications*, 7, 16/11/2016.

⁶⁰³ Cf. “G20 economies are pricing more carbon emissions but stronger globally more coherent policy action is needed to meet climate goals, says OECD”, 27/X/2021: “G20 economies account for around 80% of global greenhouse gas emissions with energy-related CO₂ emissions making up around 80% of total G20 GHG emissions”.

⁶⁰⁴ Cf. Foreword, Special Report on Global Warming of 1.5°C: “limiting warming to 1.5°C is possible within the laws of chemistry and physics” <<https://www.ipcc.ch/sr15/about/foreword/>>.

Notas do capítulo 5

⁶⁰⁵ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report, Working Group II, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, 2022, p. 8: “The extent and magnitude of climate change impacts are larger than estimated in previous assessments (high confidence).

⁶⁰⁶ Cf. Paul Watson, *Urgent! Save our ocean to survive climate change*. Éditions Glenat, 2021.

⁶⁰⁷ Cf. IPCC, “Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers”. 9/VIII/2021, p. 5: “Each of the last four decades has been successively warmer than any decade that preceded it since 1850”; World Meteorological Organization, “Earth Day Highlights Climate Action”, 22/IV/2020: “Since the 1980s, each decade has been warmer than the previous one”. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf>. <<https://public.wmo.int/en/media/press-release/earth-day-highlights-climate-action>>.

⁶⁰⁸ Cf. OMM, State of Global Climate 2021. WMO Provisional Report: “Ocean warming rates show a particularly strong increase in the past two decades. (...) “Mass loss from North American glaciers accelerated over the last two decades”. <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10859>.

⁶⁰⁹ Cf. *State of the Climate in Latin America & Caribbean 2020*, OMM, 17/VIII/2021.

<<https://storymaps.arcgis.com/stories/b9e1619f4897444babf79b21907b7910>>.

⁶¹⁰ Cf. Copernicus, European State of the Climate (ESOTC) 2021; “Europe saw hottest summers on record in 2021”. *DW*, 22/IV/2022.

⁶¹¹ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 5: “Global surface temperature in the first two decades of the 21st century (2001–2020) was 0.99 [0.84– 1.10] °C higher than 1850–1900. Global surface temperature was 1.09 [0.95 to 1.20] °C higher in 2011– 2020 than 1850–1900, with larger increases over land (1.59 [1.34 to 1.83] °C) than over the ocean (0.88 [0.68 to 1.01] °C). The estimated increase in global surface temperature since AR5 is principally due to further warming since 2003–2012 (+0.19 [0.16 to 0.22] °C).”

⁶¹² Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 9: “Temperatures during the most recent decade (2011–2020) exceed those of the most recent multi-century warm period, around 6500 years ago [0.2°C to 1°C relative to 1850– 1900] (medium confidence).

⁶¹³ Cf. James Hansen *et al.*, “Global Temperature in 2020”, 14/I/2021: “The 2020 global temperature was +1.3°C warmer than in the 1880–1920 base period; global temperature in that base period is a reasonable estimate of ‘pre-industrial’ temperature. The six warmest years in the GISS record all occur in the past six years, and the 10 warmest years are all in the 21st century” <http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2021/20210114_Temperature2020.pdf>.

⁶¹⁴ Cf. James Hansen, Makiko Sato & Reto Ruedy, “Global Temperature in 2021”, 13/I/2022: “Global surface temperature in 2021 was +1.12°C (~2°F) relative to the 1880–1920 average. (...) 2021 and 2018 are tied for 6th warmest year in the instrumental record. The eight warmest years in the record occurred in the past eight years. The warming rate over land is about 2.5 times faster than over the ocean. The irregular El Niño/La Niña cycle dominates interannual temperature variability, which suggests that 2022 will not be much warmer than 2021, but 2023 could set a new record. Moreover, three factors: (1) accelerating greenhouse gas (GHG) emissions, (2) decreasing aerosols, (3) the solar irradiance cycle will add to an already record-high planetary energy imbalance and drive global temperature beyond the 1.5°C limit – likely during the 2020s”. <<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2022/Temperature2021.13January2022.pdf>>.

⁶¹⁵ IPCC (SR1.5 2018), Summary for Policymakers, p. 4: “Estimated anthropogenic global warming is currently increasing at 0.2°C (likely between 0.1°C and 0.3°C) per decade due to past and ongoing emissions (high confidence).”

⁶¹⁶ Cf. Global Climate Report 2019, NOAA: “The global annual temperature has increased at an average rate of 0.07°C (0.13°F) per decade since 1880 and over twice that rate (+0.18°C / +0.32°F) since 1981”. <<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913>>.

⁶¹⁷ Cf. James Hansen & Makiko Sato, “Global Warming Acceleration”. Earth Institute, Columbia University, 14/XII/2020: “Record global temperature in 2020, despite a strong La Niña in recent months, reaffirms a global warming acceleration that is too large to be unforced noise – it implies an increased growth rate of the total global climate forcing and Earth’s energy imbalance. (...) The rate of global warming accelerated in the past 6–7 years. The deviation of the 5-year (60 month) running mean from the linear warming rate is large and persistent; it implies an increase in the net climate forcing and Earth’s energy imbalance, which drive global warming”. <http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20201214_GlobalWarmingAcceleration.pdf>.

⁶¹⁸ Cf. Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan & David Victor, “Global Warming will happen faster than we think”. *Nature*, 5/XII/2018: “the next 25 years are poised to warm at a rate of 0.25–0.32 °C per decade”.

⁶¹⁹ Cf. James Hansen & Makiko Sato, July Temperature Update: Faustian Payment Comes Due". 13/VIII/2021: "That's a lot, and we know that it's a forced change, driven by a growing planetary energy imbalance. (...) For now, we can only infer that Earth's energy imbalance – which was less than or about half a watt per square meter during 1971–2015 – has approximately doubled to about 1 W/m² since 2015. This increased energy imbalance is the cause of global warming acceleration. We should expect the global warming rate for the quarter of a century 2015–2040 to be about double the 0.18°C/decade rate during 1970–2015, unless appropriate countermeasures are taken." <<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature/Emails/July2021.pdf>>.

⁶²⁰ Cf. Karina von Schuckmann *et al.*, "Heat Stored in the Earth System: where does the energy go?" *Earth System Science Data*, 12, 2020, pp. 1–29: "The Earth has been in radiative imbalance, with less energy exiting the top of the atmosphere than entering, since at least about 1970, and the Earth has gained substantial energy over the past 4 decades. (...) In agreement with previous studies, the Earth heat inventory based on most recent estimates of heat gain in the ocean, the atmosphere, land and the cryosphere shows a consistent long-term heat gain since the 1960s. Our results show a total heat gain of 358±37 ZJ over the period 1971–2018, which is equivalent to a heating rate of 0.47±0.1 W m⁻², and it applied continuously over the surface area of the Earth (5.10×10¹⁴ m²)."

⁶²¹ Cf. von Schuckmann *et al.* (2020), cit.: "Our results also show that Earth Energy Imbalance (EEI) is not only continuing, but also increasing: the EEI amounts to 0.87±0.12 W m⁻² during 2010–2018. Stabilization of climate, the goal of the universally agreed United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in 1992 and the Paris Agreement in 2015, requires that EEI be reduced to approximately zero to achieve Earth's system quasi-equilibrium. The amount of CO₂ in the atmosphere would need to be reduced from 410 to 353 ppm (...) bringing Earth back towards energy balance. This simple number, EEI, is the most fundamental metric that the scientific community and public must be aware of as the measure of how well the world is doing in the task of bringing climate change under control".

⁶²² Cf. J. Hansen *et al.*, "Earth's energy imbalance and implications". *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 2011, pp. 13421–13449.

⁶²³ Cf. Kevin E. Trenberth, "Understanding climate change through Earth's energy flows". *Journal of the Royal Society. New Zealand*, 50, 2020, pp. 331–347.

⁶²⁴ Cf. Hansen & Sato (2021), cit.

⁶²⁵ Cf. Joseph Atkinson, "Earth's Radiation Budget Is Out of Balance – Doubled During 14-Year Period". *SciTechDaily*, 27/VI/2021: "It's likely a mix of anthropogenic forcing and internal variability. And over this period they're both causing warming, which leads to a fairly large change in Earth's energy imbalance. The magnitude of the increase is unprecedented."

⁶²⁶ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 10: "Marine heatwaves have approximately doubled in frequency since the 1980s (high confidence), and human influence has very likely contributed to most of them since at least 2006".

⁶²⁷ Cf. Hansen & Sato (2020), cit.

⁶²⁸ Cf. Kendra Pierre-Louis, "Ocean Warming Is Accelerating Faster Than Thought, New Research Finds". *The New York Times*, 10/I/2019: "Oceans are really the best thermometer we have for changes in the Earth".

⁶²⁹ Cf. The Physical Science Basis (Working Group I), Capítulo 3, Observations: Ocean pages: "It is *virtually certain* that the upper ocean (above 700 m) has warmed from 1971 to 2010, and *likely* that it has warmed from the 1870s to 1971."

⁶³⁰ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 20: "With additional global warming, the frequency of marine heatwaves will continue to increase (high confidence), particularly in the tropical ocean and the Arctic (medium confidence)".

⁶³¹ Cf. Lijing Cheng *et al.*, "Another Record: Ocean Warming Continues through 2021 despite La Niña Conditions". *Advances in Atmospheric Sciences*, 11/I/2022: "The world ocean, in 2021, was the hottest ever recorded by humans, and the 2021 annual OHC value is even higher than last year's record value". (1 Zettajoule ou ZJ = 10²¹ Joules)

⁶³² Cf. Lijing Cheng *et al.*, "Improved estimates of ocean heat content from 1960 to 2015". *Science Advances*, 3, 3, 10/III/2017: "A stronger ocean warming trend has existed since the late 1980s for both 0- to 700- and 700- to 2000-m depths compared with the 1960s to the 1980s. The linear trend of OHC at 0- to 700-m depth is 0.15 ± 0.08 × 10²² J/year (0.09 ± 0.05 W/m²) during 1960–1991 and 0.61 ± 0.04 × 10²² J/year (0.38 ± 0.03 W/m²) during 1992–2015, a warming trend four times stronger than the 1960–1991 period. The linear trend of OHC at 700- to 2000-m depth is 0.04 ± 0.08 × 10²² J/year (0.02 ± 0.05 W/m²) in the period 1960–1991 and 0.37 ± 0.02 × 10²² J/year (0.23 ± 0.02 W/m²) from 1992 to 2015 (nine times stronger than that from 1960–1991). This indicates an accelerating heat input into both the 0- to 700-m and 700- to 2000-m layers".

⁶³³ Cf. Lijing Cheng *et al.*, "How fast are the oceans warming?" *Science*, 11/I/2019: "These recent observation-based OHC [OHC = Ocean Heat Content] estimates show highly consistent changes since the late 1950s. The warming is larger over the 1971–2010 period than reported in AR5 [AR5 = IPCC's 5th Assessment Report, 2013]. The OHC trend for the upper 2000 m in AR5 ranged from 0.24 to 0.36 W m⁻² during this period. The three more contemporary estimates that cover the same time period suggest a warming rate of 0.36 ± 0.05, 0.37 ± 0.04, and 0.39 ± 0.09 W m⁻². (...) All four recent studies show that the rate of ocean warming for the upper 2000 m has accelerated in the decades after 1991 from 0.55 to 0.68 W m⁻²."

⁶³⁴ Cf. Lijing Cheng *et al.*, "Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019". *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, Fevereiro de 2020, pp. 137–142: "For the first time period, the warming was relatively constant at ~2.1 ± 0.5 ZJ yr⁻¹. However, the more recent warming was ~450% that of the earlier warming (9.4 ± 0.2 ZJ yr⁻¹, equal to 0.58 W m⁻² averaged over the Earth's surface), reflecting a major increase in the rate of global climate change".

-
- ⁶³⁵ Um 90º percentil significa que 90% dos valores dos dados disponíveis estão abaixo dessa medida.
- ⁶³⁶ Cf. Alistair J. Hobday *et al.*, “A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 2016, pp. 227-238.
- ⁶³⁷ Cf. Kisei R. Tanaka & Kyle S. Van Houtan, “The recent normalization of historical marine heat extremes”. *Plos Climate*, 1/II/2022: “For each month, in each 1° × 1° grid, we defined the extreme marine heat as a monthly average SST [sea superficial temperature] value that exceeds the 98th percentile SST value observed over 1870–1919”.
- ⁶³⁸ Cf. Tanaka & Van Houtan, cit. (2022): “For the global ocean, 2014 was the first year to exceed the 50% threshold of extreme heat thereby becoming “normal”, with the South Atlantic (1998) and Indian (2007) basins crossing this barrier earlier”.
- ⁶³⁹ Citado por Adam Vaughan, “Extreme marine heatwaves are now normal for the world's oceans”. *New Scientist*, 1/II/2022: “Our new index of extreme marine heat shows the global ocean crossed a critical barrier in 2014 and it's now normal. It's arrived, it's here”.
- ⁶⁴⁰ Cf. IPCC AR6 WG I, Summary for Policymakers, p. 8: “Marine heatwaves have approximately doubled in frequency since the 1980s (*high confidence*), and human influence has very likely contributed to most of them since at least 2006.”
- ⁶⁴¹ Cf. Laura Naranjo, “The Blob”. EarthData, NASA, 2018 <<https://earthdata.nasa.gov/learn/sensing-our-planet/blob>>.
- ⁶⁴² Cf. Dan A. Smale *et al.*, “Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services”. *Nature Climate Change*, 9, Abril de 2019, pp. 306-312.
- ⁶⁴³ Cf. Thomas L. Frölicher, Erich M. Fischer, & Nicolas Gruber, “Marine heatwaves under global warming”. *Nature* 560, 15/VIII/2018, pp. 360–364: “have already become longer-lasting and more frequent, extensive and intense in the past few decades, and that this trend will accelerate under further global warming”.
- ⁶⁴⁴ Cf. Frölicher, Fischer, & Gruber, cit. (2018): “Between 1982 and 2016, we detect a doubling in the number of marine heat waves days, and this number is projected to further increase on average by a factor of 16 for global warming of 1.5 degrees Celsius relative to preindustrial levels and by a factor of 23 for global warming of 2.0 degrees Celsius”.
- ⁶⁴⁵ Cf. Frölicher, Fischer, & Gruber, cit. (2018): “Our results suggest that marine heatwaves will become frequent and extreme under global warming, probably pushing marine organisms and ecosystems to the limits of their resilience and even beyond, which could cause irreversible changes”.
- ⁶⁴⁶ Cf. Smale *et al.* (2019), cit.
- ⁶⁴⁷ Cf. Smale *et al.* (2019), cit.: “As a global average, there were over 50% more MHV (marine heat waves) days per year in the last part of the instrumental record (1987–2016) compared to the earlier part (1925–1954), with most regions experiencing increases in the number of MHW days”.
- ⁶⁴⁸ Cf. Damian Carrington, “Heatwaves sweeping oceans ‘like wildfires’, scientists reveal”. *The Guardian*, 4/III/2019: “You have heatwave-induced wildfires that take out huge areas of forest, but this is happening underwater as well. You see the kelp and seagrasses dying in front of you. Within weeks or months they are just gone, along hundreds of kilometres of coastline.”
- ⁶⁴⁹ Cf. Christofer Costello *et al.*, “The future of the food from the sea”. *Nature*, 19/VIII/2020.
- ⁶⁵⁰ Cf. Rebecca Lindsey & LuAnn Dahlman, “Climate Change: Global Temperature”. *NOAA Climate.gov*, 15/III/2021: “From 1900 to 1980 a new temperature record was set on average every 13.5 years; from 1981–2019, a new record was set every 3 years”.
- ⁶⁵¹ Cf. Lorraine Chow, “10 Worst-Case Climate Predictions if We Don't Keep Global Temperatures Under 1.5 Degrees Celsius”. *EcoWatch*, 2/I/2019: “For heat waves, our options are now between bad or terrible. Many people around the world are already paying the ultimate price of heatwaves.”
- ⁶⁵² Cf. J. E. Overland *et al.*, “Nonlinear response of mid-latitude weather to the changing Arctic” *Nature Climate Change*, 6, 26/X/2016; “Super-cold winters in the UK and US are due to Arctic warming”. *New Scientist*, 26/X/2016; Marlene Kretschmer, “More-Persistent Weak Stratospheric Polar Vortex States Linked to Cold Extremes”. *BAMS*, janeiro de 2018; Bob Berwyn, “Ice Loss and the Polar Vortex: How a Warming Arctic Fuels Cold Snaps”. *Insideclimate News*, 28/IX/2017.
- ⁶⁵³ Cf. Sam Wong, “So far 2019 has set 35 records for heat and 2 for cold”. *New Scientist*, 30/I/2019; Somini Sengupta, “U.S. Midwest Freezes, Australia Burns: This is the Age of Weather Extremes”. *The New York Times*, 29/I/2019
- ⁶⁵⁴ Cf. Alexandra Witze, “Why extreme rains are gaining strength as the climate warms”. *Nature*, 20/XI/2018.
- ⁶⁵⁵ Sobre o conceito de ondas de calor a partir do exemplo da Austrália, cf. S. E. Perkins & L. V. Alexander, “On the measurement of heat waves”. *American Meteorological Society*, 1/VII/2013. Veja-se também o *Glossary of Meteorology*, Boston, American Meteorological Society, 2000: “Em 1900, A. T. Burrows definiu mais rigidamente uma “onda de calor” como um período de três ou mais dias nos quais a temperatura máxima à sombra atinge ou excede 90°F (32,2°C). Mais realisticamente, os critérios de conforto para qualquer região dependem das condições normais dessa área”. (“In 1900, A. T. Burrows more rigidly defined a “hot wave” as a spell of three or more days on each of which the maximum shade temperature reaches or exceeds 90 °F (32.2 °C). More realistically, the comfort criteria for any one region are dependent upon the normal conditions of that area”).
- ⁶⁵⁶ Cf. Dim Coumou, Alexander Robinson, Stephan Rahmstorf, “Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures”. *Climatic Change*, 118, 3-4, Junho de 2013, pp. 771-782: “worldwide, the number of local record-breaking monthly temperature extremes is now on average five times larger than expected in a climate with no long-term warming”.

-
- ⁶⁵⁷ Cf. Nikolaos Christidis, Gareth S. Jones & Peter A. Stott, “Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 heatwave”. *Nature Climate Change*, 8/XII/2014.
- ⁶⁵⁸ Cf. MET Office, “2018 UK summer heatwave made thirty times more likely due to climate change”, 6/XII/2018: “Our provisional study compared computer models based on today’s climate with those of the natural climate we would have had without human-induced emissions. We find that the intensity of this summer’s heatwave is around 30 times more likely than would have been the case without climate change.”
- ⁶⁵⁹ Cf. Oliver Milman, “A third of Americans are already facing above-average warming”. *The Guardian*, 5/II/2022.
- ⁶⁶⁰ Cf. Sarah Kaplan & Andrew Ba Tran, “Nearly 1 in 3 Americans experienced a weather disaster this summer”. *The Washington Post*, 4/IX/2021.
- ⁶⁶¹ Cf. Qi Zhao *et al.*, “Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study”. *The Lancet. Planetary Health*. Julho de 2021.
- ⁶⁶² Cf. Sarah Kaplan, “How America’s hottest city will survive climate change”. *The Washington Post*, 8/VII/2020.
- ⁶⁶³ Cf. Camilo Mora *et al.*, “Global risk of deadly heat”. *Nature Climate Change*, 19/VI/2017: “heat illness (that is, severe exceedance of the optimum body core temperature) is often underdiagnosed because exposure to extreme heat often results in the dysfunction of multiple organs, which can lead to misdiagnosis”.
- ⁶⁶⁴ Cf. Mora *et al.*, cit. (2017): “Around 30% of the world’s population is currently exposed to climatic conditions exceeding this deadly threshold for at least 20 days a year. (...) An increasing threat to human life from excess heat now seems almost inevitable, but will be greatly aggravated if greenhouse gases are not considerably reduced.”
- ⁶⁶⁵ Cf. “Mercury rising”, *Nature*, 22/VI/2017, editorial: “From extreme rainfall to rising sea levels, global warming is expected to wreak havoc on human lives. Sometimes, the most straightforward impact – the warming itself – is overlooked. Yet heat kills. The body, after all, has evolved to work in a fairly narrow temperature range. Our sweat-based cooling mechanism is crude; beyond a certain combination of high temperature and humidity, it fails. To be outside and exposed to such an environment for any length of time soon becomes a death sentence. And that environment is spreading. A death zone is creeping over the surface of Earth, gaining a little more ground each year”.
- ⁶⁶⁶ Cf. Steven C. Sherwood & Matthew Huber, “An adaptability limit to climate change due to heat stress”. *PNAS*, 107, 21, 25/V/2010, pp. 9552-9555: “Any exceedance of 35 °C for extended periods should induce hyperthermia in humans and other mammals, as dissipation of metabolic heat becomes impossible”. Veja-se também Christoph Schär, “Climate extremes: The worst heat waves to come”. *Nature Climate Change*, 6, 2016, pp. 128–129.
- ⁶⁶⁷ Cf. Colin Raymond, Tom Matthews & Radley M. Horton, “The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance”. *Science Advances*, 6, 19, 8/V/2020: “some coastal subtropical locations have already reported a TW of 35°C and that extreme humid heat overall has more than doubled in frequency since 1979”.
- ⁶⁶⁸ Cf. IPCC AR6 WG I 2021, Summary for policymakers, p. 10: “It is virtually certain that hot extremes (including heatwaves) have become more frequent and more intense across most land regions since the 1950s”.
- ⁶⁶⁹ Ver, por exemplo: *Economic Losses, Poverty and Disasters 1998-2017*, UNISDR, 2018; *Human Cost of Disasters. An Overview of the Last Twenty Years*, UNDRR-CRED, 2020; *WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes. 1970 – 2019*. OMM 2021.
- ⁶⁷⁰ Cf. UNDRR, *The Human Cost of Disasters 2000-2019, An Overview of the Last Twenty Years*. UNDRR, 2020.
- ⁶⁷¹ Cf. OMS, “Heat waves”: “Between 2000 and 2016, the number of people exposed to heatwaves increased by around 125 million” <https://www.who.int/health-topics/heatwaves#tab=tab_1>.
- ⁶⁷² Cf. European Environment Agency, “Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe”. Briefing, no 21/2021, 3/II/2022. <<https://www.eea.europa.eu/publications/economic-losses-and-fatalities-from/economic-losses-and-fatalities-from>>.
- ⁶⁷³ Cf. Nick Watt *et al.*, “The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come”. *The Lancet*, 392, dezembro de 2018: “A rapidly changing climate has dire implications for every aspect of human life, exposing vulnerable populations to extremes of weather, altering patterns of infectious disease, and compromising food security, safe drinking water and clean air”.
- ⁶⁷⁴ Cf. Nick Watts *et al.*, “The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises”. *The Lancet*, 2/XII/2020: “Vulnerable populations were exposed to an additional 475 million heatwave events globally in 2019, which was, in turn, reflected in excess morbidity and mortality. During the past 20 years, there has been a 53.7% increase in heat-related mortality in people older than 65 years, reaching a total of 296 000 deaths in 2018. The high cost in terms of human lives and suffering is associated with effects on economic output, with 302 billion h of potential labour capacity lost in 2019”.
- ⁶⁷⁵ Citado por Damian Carrington, “Climate change already a health emergency, say experts”. *The Guardian*, 28/XI/2018: “These are not things happening in 2050 but are things we are already seeing today”.
- ⁶⁷⁶ Cf. Tord Kjellstrom *et al.*, “Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change”. *International Journal of Biometeorology*, Março, 2018.
- ⁶⁷⁷ Cf. Qi Zhao *et al.*, “Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling”. *The Lancet Planetary Health*, 5, 7, 1/VII/2021.
- ⁶⁷⁸ Cf. Ana Maria Vicedo-Cabrera *et al.*, “The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change”. *Nature Climate Change*, 11, Junho de 2021, pp. 492-500.
- ⁶⁷⁹ Cf. Vicedo-Cabrera *et al.* (2021), cit., p. 498: “health burdens from anthropogenic climate change are occurring, are geographically widespread and are non-trivial; in many locations, the attributable mortality is already on the order of dozens to hundreds of deaths each year”.

-
- ⁶⁸⁰ Cf. Lisa R. Leon e Abderrezak Bouchama, "Heat Stroke". *Comprehensive Physiology*, 2015, pp. 611-647.
- ⁶⁸¹ Cf. Yuming Guo *et al.*, "Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study". *PLoS Medicine*, 15, 7, 2018.
- ⁶⁸² Cf. Juanita Constible, "Killer Summer Heat". Natural Resources Defense Council (NRDC), Junho de 2017 (em rede).
- ⁶⁸³ Cf. Giovanni Forzieri *et al.*, "Increasing risk over time of weather-related hazards to population: a data-driven prognostic study". *The Lancet Planetary Health*, Agosto de 2017: "weather-related disasters could affect about two-thirds of the European population annually by the year 2100 (351 million people exposed per year [uncertainty range 126 million to 523 million] during the period 2071–2100) compared with 5% during the reference period (1981–2010; 25 million people exposed per year".
- ⁶⁸⁴ Cf. "After Covid, could the next big killer be heatwaves?" *France 24*, 23/VI/2021.
- ⁶⁸⁵ Cf. Jean Marie Robine *et al.*, "Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003". *Comptes rendues Biologies*, 331, 2, fevereiro de 2008.
- ⁶⁸⁶ Veja-se "500 deaths in Hungary blamed on European heat wave". *CBC News*, 24/VII/2007; "Europe bakes in summer heatwave". *BBC*, 25/VII/2007.
- ⁶⁸⁷ Cf. MetOffice, "The Russian heatwave of summer 2010".
<<https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/case-studies/russian-heatwave>>.
- ⁶⁸⁸ Cf. B.A. Revich, "Heat-wave, air quality and mortality in European Russia in summer 2010: preliminar assessment". *Ekologiya Cheloveka / Human Ecology*, 7, 2011, pp. 3-9.
- ⁶⁸⁹ Cf. Steve Gutterman, "Heat, smoke sent Russia deaths soaring in 2010: govt." Reuters, 25/X/2010: "In connection with the unusual heat, forest fires and smoke, in July of this year 14,500 and in August 41,300 more people died than during the same period last year".
- ⁶⁹⁰ Cf. S.E. Perkins & Alexander J.R. Nairn, "Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells". *Geophysical Research Letters*, 39, 20, 27/X/2012: "We find that, at the global scale, increases in warm spell and heatwave frequency, intensity and duration have occurred".
- ⁶⁹¹ Cf. Dan Mitchell, "How often will our current heatwave occur in the future?". Cabot Institute, University of Bristol, 8/VIII/2018: "We show that in our current climate, heat waves similar in temperature to the present one would occur about once every 5-6 years, on average. In the 1.5°C future world, they would occur every other year, and in a 2°C world, nearly all summers would likely have heat waves that are at least as hot as our current one".
- ⁶⁹² Cf. MET Office, "2018 UK summer heatwave made thirty times more likely due to climate change", 6/XII/2018: "Our provisional study compared computer models based on today's climate with those of the natural climate we would have had without human-induced emissions. We find that the intensity of this summer's heatwave is around 30 times more likely than would have been the case without climate change".
- ⁶⁹³ Cf. Rosie Perper, "77 people have been killed and tens of thousands hospitalized in Japan's scorching heat". *Insider*, 23/VII/2018.
- ⁶⁹⁴ Cf. Sarah E. Perkins-Kirkpatrick *et al.*, "Natural hazards in Australia: heatwaves". *Climatic Change*, 4/III/2016: "In Australia, the intensity of the 2012/2013 summer was five times more likely to occur in a climate under the influence of anthropogenic greenhouse gases, compared to a climate without these influences".
- ⁶⁹⁵ Cf. Lisa Cox, "Australia heatwave to break Christmas weather records with temperatures up to 47C forecast". *The Guardian*, 24/XII/2018.
- ⁶⁹⁶ Cf. Olivia Rosane, "Record-Breaking Heat Wave Bakes Australia". *EcoWatch*, 16/I/2019. "Australia swelters through record-breaking heatwave". *BBC*, 18/I/2019.
- ⁶⁹⁷ Cf. Will Steffen, Annika Dean, Martin Rice & Greg Mullins, *The Angriest Summer*, Climate Council of Australia, 2019, p. 4: "In just 90 days, more than 206 records were broken around Australia".
- ⁶⁹⁸ Cf. Bibi van der Zee, "More than 400 weather stations beat heat records in 2021". *The Guardian*, 7/I/2022: "More than 400 weather stations around the world beat their all-time highest temperature records in 2021".
- ⁶⁹⁹ Cf. Oliver Milman, "Nearly quarter of world's population had record hot year in 2021". *The Guardian*, 13/I/2022: "A total of 1.8 billion people, approaching a quarter of the world's population, live in countries that did experience the hottest year on record, according to a separate analysis released on Thursday by Berkeley Earth. A total of 25 countries, including China, Nigeria and Iran, recorded a record warm annual average in 2021".
- ⁷⁰⁰ Cf. James Hansen, Makiko Sato & Reto Ruedy, "Global Temperature in 2021", 13/I/2022. Climate Science, Awareness, and Solutions Program. Earth Institute: "The eight warmest years in the record occurred in the past eight years" <<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2022/Temperature2021.13January2022.pdf>>.
- ⁷⁰¹ Cf. Jason Samenow, "Another extreme heat wave strikes the North Pole". *The Washington Post*, 7/V/2018.
- ⁷⁰² Cf. "Notre planète surchauffe: records de chaleur battus partout dans le monde", *notre-planete.info*, 26/VII/2018.
- ⁷⁰³ Cf. *State of the Global Climate 2020*, OMM, 2021, p. 19.
- ⁷⁰⁴ Cf. Jeff Masters, "Anchorage, Alaska Roasts in 90° Heat, Smashing All-Time Record by 5°", *Weather Underground*, 5/VII/2019.
- ⁷⁰⁵ Cf. Donna Lu, "Satellite data shows entire Conger ice shelf has collapsed in Antarctica". *The Guardian*, 25/III/2022.
- ⁷⁰⁶ Cf. Juergen Kreyling *et al.*, "Winter warming can have profound ecological effects". *Scientific Reports*, 10/X/2019: "Winter warming can have profound ecological effects".
- ⁷⁰⁷ Cf. Geert Jan van Oldenborgh *et al.*, "Unusually high temperatures at the North Pole". World Weather Attribution, 21/XII/2016.

-
- ⁷⁰⁸ Cf. Jonathan Watts, "Arctic warming: scientists alarmed by 'crazy' temperature rises". *The Guardian*, 27/II/2018.
- ⁷⁰⁹ Cf. Jack Hunter, "Alaska 'Icameddon' warning follows heat record". *BBC*, 29/XII/2021.
- ⁷¹⁰ Cf. "Warmest UK New Year's Day follows record-breaking New Year's eve". *The Guardian*, 1/I/2022.
- ⁷¹¹ Cf. Angela Giuffrida & Ashifa Kassan, "24C in Spain, 15C in the Alps: oddly warm end to 2021 in parts of Europe". *The Guardian*, 31/XII/2021.
- ⁷¹² Cf. "Una histórica ola de calor, con temperaturas de más de 45 grados, azota Argentina". *ABC*, 12/I/2022.
- ⁷¹³ Cf. "Calor atinge marcas sem precedentes no Sul da África". *MetSul*, 23/I/2022.
- ⁷¹⁴ Cf. Jayashree Nandi, "Parts of Delhi sizzle at 45°C, no quick respite likely: IMD". *Hindustan Times*, 23/V/2020.
- ⁷¹⁵ Cf. "Hottest temperature on Tuesday clocks in at 47.1C, as heatwave continues". *Ekathimerini.com*, 3/VIII/2021.
- ⁷¹⁶ Cf. Phoebe Weston & Jonathan Watts, "Highest recorded temperature of 48.8C in Europe apparently logged in Sicily". *The Guardian*, 11/VIII/2021.
- ⁷¹⁷ *State of the Global Climate 2020*, OMM, 2021, p. 25.
- ⁷¹⁸ Cf. "Turkey breaks 1961 record for hottest temperature with 49.1°C". *duvaR. English*, 21/VII/2021 <<https://www.duvarenglish.com/turkey-breaks-1961-record-for-hottest-temperature-with-4910c-news-58257>>.
- ⁷¹⁹ Cf. Andrew Freedman, "California endures record-setting 'kiln-like' heat as fires rage, causing injuries". *The Washington Post*, 6/IX/2020.
- ⁷²⁰ Cf. "California Heatwave fits a trend". Earth Observatory, NASA, 6/IX/2020.
- ⁷²¹ Cf. Will Steffen, Annika Dean, Martin Rice & Greg Mullins, *The Angriest Summer*, Climate Council of Australia, 2019, p. 4.
- ⁷²² Cf. "Australia equals hottest day on record at 50.7C". *BBC*, 13/I/2022.
- ⁷²³ Cf. Jamie Condifle, "India experienced its hottest ever recorded temperature of 123.8F". *Gizmodo*, 20/V/2016
- ⁷²⁴ Cf. Jason Samenow, "Africa may have witnessed its all-time hottest temperature Thursday: 124 degrees in Algeria". *The Washington Post*, 6/VII/2018.
- ⁷²⁵ Cf. "WMO verifies 3rd and 4th hottest temperature recorded on Earth". 18/VI/2019.
- ⁷²⁶ Cf. "Iranian City hits 129 degrees, hottest ever recorded". *Global Citizen*, 30/VI/2017.
- ⁷²⁷ Cf. OMM, "June ends with exceptional heat", 29/VI/2021: "So many records have been broken that it is difficult to keep track".
- ⁷²⁸ Cf. Manuel Planelles & Jaime Porras Ferreyra, "La ONU advierte sobre la gran ola de calor en Norteamérica: 'Es más propia de Oriente Próximo'". *El País*, 29/VI/2021; "Canadá registra centenas de mortes súbitas em meio a onda recorde de calor". *G1*, 30/VI/2021.
- ⁷²⁹ Cf. Phoebe Weston & Jonathan Watts, "Highest recorded temperature of 48.8C in Europe apparently logged in Sicily". *The Guardian*, 12/VIII/2021.
- ⁷³⁰ Cf. Fiona MacDonald, "One of the World's Wealthiest Oil Exporters Is Becoming Unlivable". *Bloomberg*, 16/I/2022: "Last year, for the first time, they breached 50°C in June, weeks ahead of usual peak weather".
- ⁷³¹ Cf. Jason Samenow, "Africa may have witnessed its all-time hottest temperature Thursday: 124 degrees in Algeria". *The Washington Post*, 6/VII/2018.
- ⁷³² Cf. *State of the Climate in Latin America & Caribbean 2020*, OMM, 17/VIII/2021, p. 24.
- ⁷³³ Cf. Josélia Pegorim, "Recorde de calor em Vitória, B. Horizonte, Brasília e em Goiânia". *ClimaTempo*, 16/I/2019.
- ⁷³⁴ Cf. "Onda de calor registra mais de 41°C em Santa Catarina". *Jornal Página3*, 4/I/2019.
- ⁷³⁵ Cf. Douglas Costa, "Com 42,2 graus, Rio bate novo recorde de temperatura". Agência Brasil, 8/I/2019.
- ⁷³⁶ Cf. Fábio Leite, "Combinação de seca e calor extremo agrava crise do Cantareira". *O Estado de São Paulo*, 16/I/2015.
- ⁷³⁷ Cf. IPCC SR1.5°C, 2018, capítulo 3, p. 177: "Limiting global warming to 1.5°C instead of 2°C could result in around 420 million fewer people being frequently exposed to extreme heatwaves, and about 65 million fewer people being exposed to exceptional heatwaves, assuming constant vulnerability (medium confidence)".
- ⁷³⁸ John Cook, "Global warming is increasing the risk of heatwaves", *Skeptical Science*, 2015
- ⁷³⁹ Cf. IPCC Climate Change 2021. The Physical Science Basis Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (WMO-UNEP), Regional Fact Sheets, Urban areas. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Urban_areas.pdf>.
- ⁷⁴⁰ Cf. Marcos Pivetta, "Ilhas de calor na Amazônia". *Revista da Fapesp*, 200, Outubro de 2012; Bruno Silva Oliveira, "Ilhas de calor em centros urbanos". DSR/INPE, s.d. <<https://docplayer.com.br/53311068-Ilhas-de-calor-em-centros-urbanos-bruno-silva-oliveira.html>>.
- ⁷⁴¹ Cf. IPCC, AR6 WG II 2022, Capítulo 6 - Cities, Settlements and Key Infrastructure, p. 23: "Globally, urban heat stress is projected to reduce labour capacity by 20% in hot months by 49 2050 compared to a current 10% reduction".
- ⁷⁴² Cf. "Ban on working in sun". *Arab Times*, 2/VI/2016.
- ⁷⁴³ Cf. Kristina Dahl & Rachel Licker, *Too hot to work. Assessing the Threats Climate Change Poses to Outdoor Workers*. Union of Concerned Scientists, Agosto de 2021: "Outdoor workers in the United States have up to 35 times the risk of dying from heat exposure than does the general population. (...)" "With slow or no action to reduce global emissions and assuming no change in the number of outdoor workers, the exposure of the nation's outdoor workers to days with a heat index above 100°F would increase three- or fourfold by midcentury."
- ⁷⁴⁴ Cf. Ethan D. Coffel, Terence R. Thompson & Radley M. Horton, "The impacts of rising temperatures on aircraft takeoff performance". *Climatic Change*, 13/VII/2017.
- ⁷⁴⁵ Cf. "Possible issues with flights at McCarran Airport because of extreme heat". *KTNV Las Vegas*, 9/VII/2021.

⁷⁴⁶ Cf. “Jean Jouzel: ‘Face au changement climatique, nous devons faire de la nature notre alliée’”. Entrevista concedida a Marjorie Cessac. *Le Monde*, 5/III/2022.

⁷⁴⁷ Cf. John Cannon, “Cradle of transformation: The Mediterranean and climate change”. *Mongabay*, 28/IV/2022.

⁷⁴⁸ Cf. George Zittis *et al.*, “Business-as-usual will lead to super and ultra-extreme heatwaves in the Middle East and North Africa”. *Climate and Atmospheric Science*, 23/III/2021: “Under high greenhouse gas emission and concentration pathways, in parts of the Middle East, e.g., near the Arabian Gulf, the combined effect of high temperature and humidity is projected to reach or even exceed the thresholds for human adaptability. (...) Taking moderate Urban Heat Islands intensities into account, we anticipate that the maximum temperature during “super-extreme” and “ultra-extreme” heatwaves in some urban centers and megacities in the Middle East and North Africa could reach or even exceed 60 °C, which would be tremendously disruptive for society. Humanity in such locations will depend on indoor and outdoor cooling or will be forced to migrate”.

⁷⁴⁹ Cf. Renee Obringer *et al.*, “Implications of Increasing Household Air Conditioning Use Across the United States Under a Warming Climate”. *Earth’s Future*, 29/XII/2021.

⁷⁵⁰ Cf. Nick Watt *et al.*, “The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come”. *The Lancet*, 392, dezembro de 2018; Wenjia Kai *et al.*, *The 2020 China report of the Lancet Countdown on health and climate change*, 2020: “There were around 26,800 heatwave-related deaths in China in 2019, with the rising trend becoming increasingly apparent over recent years”.

⁷⁵¹ Cf. Sushmi Dey, “31,000 heat-related deaths of 65+ in India in 2018: Report.” *The Times of India*, 3/XII/2020.

⁷⁵² Cf. Meenakshi Ray, “Of the world’s 15 hottest places, 10 are in India”. *Hindustan Times*, 27/V/2020.

⁷⁵³ Cf. Chaitanya Mallapur, “61% Rise in Heat-Stroke Deaths Over Decade”. *IndiaSpend*, 27/V/2015.

⁷⁵⁴ Cf. Nayantara Narayanan, “India is just half a degree away from a huge spike in heat-related deaths in summers”. *Quartz India*, 14/VI/2017.

⁷⁵⁵ Cf. “Heatwave in India claims 4,620 lives in four years”. *Hindustan Times*, 27/IV/2017.

⁷⁵⁶ Cf. Catherine de Lange, “The Heat and the Death Toll are rising in India”, *The Guardian*, 31/V/2015; “2015 Indian heat wave”. Wikipedia.

⁷⁵⁷ Cf. Bhasker Tripathi, “India Underreports Heatwave Deaths. Here’s why this must change”. *India Spend*, 15/VI/2020: “If you just look for medically certified heat stroke deaths, they account for only 10% of total deaths due to heat waves. That’s because they only record easily recognisable direct deaths. Heat wave deaths are like an iceberg... 90% is not visible”.

⁷⁵⁸ Cf. Jeff Masters, “India and Pakistan’s brutal heat wave poised to resurge”. *Yale Climate Connections*, 5/V/2022; Pedro Henrique de Cristo, “Calor para acordar”. *Fervura no clima*, 10/V/2022.

⁷⁵⁹ Cf. Sophie Landrin, “46°C à Déhli, 48°C dans le Rajasthan... L’Inde écrasée par une canicule précoce et extrême”. *Le Monde*, 28/IV/2022.

⁷⁶⁰ Cf. Pangaluru Kishore *et al.*, “Anthropogenic influence on the changing risk of heat waves over India”. *Nature*, 28/II/2022: “Under the Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5, the risk of heat waves is projected to increase tenfold during the twenty-first century (...) Model simulations indicate occurrence of unprecedented heat waves in the future never observed in the observational period”.

⁷⁶¹ Cf. AIE, *India Energy Outlook 2021*, World Energy Outlook Special Report, 2021, p. 58: “On current trends, it is estimated that Half of India’s water demand will be unmet by 2030”.

Notas do Capítulo 6

⁷⁶² Cf. IPCC Climate Change 2021. The Physical Science Basis Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (WMO-UNEP), Summary for Policymakers. Approved Version, doravante IPCC (AR6 WGI 2021), SPM, p. 17: “Global surface temperature will continue to increase until at least the mid-century under all emissions scenarios considered”.

⁷⁶³ Cf. “Urgence climatique. Le SOS de 700 scientifiques”. *Libération*, 7/IX/2018.

⁷⁶⁴ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM: B. Possible Climate Futures, B.5.1 - B.5.3, p. 21: “Mountain and polar glaciers are committed to continue melting for decades or centuries (very high confidence). Loss of permafrost carbon following permafrost thaw is irreversible at centennial time scales (high confidence). Continued ice loss over the 21st century is virtually certain for the Greenland Ice Sheet and likely for the Antarctic Ice Sheet. (...) It is virtually certain that global mean sea level will continue to rise over the 21st century. (...) In the longer term, sea level is committed to rise for centuries to millennia due to continuing deep-ocean warming and ice-sheet melt and will remain elevated for thousands of years (high confidence)”.

⁷⁶⁵ Cf. James Hansen, “Why I must speak about climate change”. Ted Talk, 2012: “There is a temporary energy imbalance. More energy is coming in than going out, until Earth warms up enough to again radiate to space as much energy as it absorbs from the Sun. (...) More warming is in the pipeline. It will occur without adding any more greenhouse gasses”.

⁷⁶⁶ Cf. Karina von Schuckmann *et al.*, “Heat Stored in the Earth System: where does the energy go?” *Earth System Science Data*, 12, 2020, pp. 1-29.

⁷⁶⁷ Cf. Matthew Cappucci & Jason Samenow, “Carbon dioxide spikes to critical record, halfway to doubling preindustrial levels”. *The Washington Post*, 5/IV/2021.

⁷⁶⁸ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), SPM, p. 9: “In 2019, atmospheric CO₂ concentrations were higher than at any time in at least 2 million years (high confidence)”.

⁷⁶⁹ Veja-se seção 1.5 Concentrações atmosféricas de GEE sem precedentes nos últimos 3 milhões de anos. Cf. Rebecca Lindsey, “Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide”. NOAA, 1/VIII/2018; Catherine Brahic, “We have reached a troubling carbon dioxide milestone”. *New Scientist*, 22/V/2013; Gavin Foster, Dana Royer & Dan Lunt, “Past and Future CO₂”. *Skeptical Science*, 1/V/2014.

⁷⁷⁰ Cf. J. Hansen *et al.*, “Earth’s energy imbalance: Confirmation and implications”. *Science*, 308, 2005, pp. 1431-1435.

⁷⁷¹ Cf. IPCC, Fourth Assessment Report, Working Group I: The Physical Science Basis. Climate change commitment, Section 10.7 Long Term Climate Change and Commitment: “The multi-model average warming for all radiative forcing agents held constant at year 2000 (...) is about 0.6°C for the period 2090 to 2099 relative to the 1980 to 1999 reference period. (...) [T]he likely uncertainty range is 0.3°C to 0.9°C. Hansen *et al.* (2005a) calculate the current energy imbalance of the Earth to be 0.85 W m⁻², implying that the unrealised global warming is about 0.6°C without any further increase in radiative forcing”.

⁷⁷² Cf. IPCC AR5, 2014, Chapter 12. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. Section 12.5.2: “the available CMIP5 results based on the RCP4.5 extension with constant Radiative Forcing are consistent with those numbers, with an additional warming of about 0.5°C 200 years after stabilization of the forcing”.

⁷⁷³ Cf. IPCC (SR1.5 2018), Summary for Policymakers, p. 5: “Anthropogenic emissions (including greenhouse gases, aerosols and their precursors) up to the present are unlikely to cause further warming of more than 0.5°C over the next two to three decades (high confidence) or on a century time scale (medium confidence).”

⁷⁷⁴ Cf. Chen Zhou *et al.*, “Great committed warming after accounting for the pattern effect”. *Nature Climate Change*, 11, 2021, pp. 132-136.

⁷⁷⁵ Cf. Andrew E. Dessler, “Committed warming paper explained”: “the main conclusion of our paper is that assuming that future changes in the climate system will follow past changes is a bad assumption.” 9/1/2021 <<https://www.youtube.com/watch?v=LV9aCiyui18>>.

⁷⁷⁶ Nos modelos climáticos, a resposta de longo prazo do sistema climático, isto é, sua sensibilidade à duplicação das concentrações atmosféricas de CO₂, chama-se Sensitividade Climática de Equilíbrio (Equilibrium Climate Sensitivity - ECS). O termo designa um cálculo de quanto o clima se aqueceria até que o planeta chegasse a um novo equilíbrio energético (energia incidente = energia dissipada) em resposta à duplicação das concentrações atmosféricas de CO₂ em relação às concentrações do período pré-industrial. Essa resposta é, como dito, defasada no tempo em séculos ou milênios por causa da inércia térmica dos oceanos.

⁷⁷⁷ Cf. Dessler, cit. 2021: “This warming of the Southern Ocean has not yet happened, it is not in the historical record. So using the historical record as a metric to estimate future warming will therefore ignore this process and underestimate future warming. When we account for this process, we find that committed warming has a most likely value of around 2.5°C above pre-industrial period. (...) This is how much warming we are committed to just from emissions that have already occurred.”

⁷⁷⁸ Cf. James Hansen & Makiko Sato, July Temperature Update: Faustian Payment Comes Due”. 13/VIII/2021 <<http://www.columbia.edu/~mhs119/Temperature/Emails/July2021.pdf>>.

⁷⁷⁹ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report 2022, Working Group III – Mitigation of Climate Change, 5/IV/2022, Summary for Policymakers, p. 21: “Global GHG emissions are projected to peak between 2020 and at the latest before 2025 in global modelled pathways that limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot and in those that limit warming to 2°C (>67%) and assume immediate action. In both types of modelled pathways, rapid and deep GHG emissions reductions follow throughout 2030, 2040 and 2050 (high confidence). Without a strengthening of policies beyond those that are implemented by the end of 2020, GHG emissions are projected to rise beyond 2025, leading to a median global warming of 3.2 [2.2 to 3.5] °C by 2100 (medium confidence)”.

⁷⁸⁰ Cf. Rowan Hooper, “Ten years to save the world”. *New Scientist*, 14/III/2020, pp. 45-47.

⁷⁸¹ Cf. “Peter Carter: summarising the lack of ‘climate emergency’ at COP25”. <<https://www.youtube.com/watch?v=oa13KrOvE2s>>.

⁷⁸² Cf. Andrew Simms, “‘A cat in hell’s chance’ – why we’re losing the battle to keep global warming below 2C”. *The Guardian*, 19/I/2017.

⁷⁸³ Cf. Robin McKie, “Scientists warn world will miss key climate target”. *The Guardian*, 6/VIII/2016: “the 1.5C goal now looks impossible or at the very least, a very, very difficult task. We should be under no illusions about the task we face.”

⁷⁸⁴ Cf. Tatiana Schlossberg, “2016 Already Shows Record Global Temperatures”. *The New York Times*, 19/IV/2016: “I don’t see at all how we’re going to not go through the 1.5 degree-number in the next decade or so.”

⁷⁸⁵ Cf. Simms, cit. (2017): “The inertia in the system (oceans, economies, technologies, people) is substantial and ... so far the efforts are not commensurate with the goal”.

⁷⁸⁶ Cf. Simms, cit. (2017): “there is ‘no chance whatsoever at current levels of carbon emissions’.”

⁷⁸⁷ Cf. Simms, cit. (2017): “We have emitted too much already”.

⁷⁸⁸ Cf. Simms, cit. (2017): “The open question for me is not whether we will breach the 2C target, but how soon.”

⁷⁸⁹ Cf. Simms, cit. (2017): “In short, not a single one of the scientists polled thought the 2C target likely to be met”.

⁷⁹⁰ Cf. Charlotta Lomas, “Schellnhuber: ‘Scientists have to take the streets’ to counter climate denial”. *DW*, 15/III/2017: “It’s quite mind-boggling - for example, by 2030, we have to phase out the combustion engine. And we have to completely phase out the use of coal for producing power”.

⁷⁹¹ Cf. CarbonBrief, “The World’s coal power plants”, 20/III/2020
<<https://www.carbonbrief.org/mapped-worlds-coal-power-plants>>.

⁷⁹² Citado por Pierre Le Hir, “Réchauffement climatique: la bataille des 2°C est presque perdue”. *Le Monde*, 31/XII/2017.

⁷⁹³ Cf. James Hansen, Makiko Sato & Reto Ruedy, “Global Temperature in 2021”, 13/I/2022: “three factors: (1) accelerating greenhouse gas (GHG) emissions, (2) decreasing aerosols, (3) the solar irradiance cycle will add to an already record-high planetary energy imbalance and drive global temperature beyond the 1.5°C limit – likely during the 2020s”.

<<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2022/Temperature2021.13January2022.pdf>>.

⁷⁹⁴ Cf. Acordo de Paris, Artigo 2 (a): “Mantendo o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais, e envidando esforços para limitar o aumento da temperatura em 1,5°C” (“Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels”).

⁷⁹⁵ Cf. 2020 *The Climate Turning Point*: “In the landmark Paris Climate Agreement, the world’s nations have committed to ‘holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels’. This goal is deemed necessary to avoid incalculable risks to humanity, and it is feasible – but realistically only if global emissions peak by the year 2020 at the latest.” <<https://mission2020.global/>>.

⁷⁹⁶ Veja-se o site da *Mission 2020*: “To deliver the long-term goal of a decarbonised economy, immediate action is needed. If we are to reach net zero emissions by 2050, we must turn the corner by 2020. The hard work begins now. The day after Paris, Mission 2020 was born as a global campaign, to inject urgency and optimism across the economy.” <<https://mission2020.global/about/>>.

⁷⁹⁷ Cf. Figueres, cit. 2017: “We’re on a mission to drive urgent action to limit the effects of climate change, particularly for the most vulnerable people and countries. With radical collaboration and stubborn optimism we will bend the curve of global greenhouse gas emissions by 2020, enabling humanity to flourish”.

⁷⁹⁸ Veja-se 2020 *The Climate Turning Point*: “Both delay and insufficient mitigation efforts shut the door on limiting global mean warming permanently. The year 2020 is crucial for the definition of global ambitions on emissions reduction. If CO₂ emissions continue to rise beyond that date, the most ambitious goals will become unachievable.” <<https://mission2020.global/testimonial/stocker/>>.

⁷⁹⁹ <<https://mission2020.global/>>.

⁸⁰⁰ Além de co-diretora do GT II desse relatório especial de 2018, Debra Roberts foi autora principal do capítulo 8 (Áreas urbanas) e autora contribuinte do capítulo 12 (África) do GT II do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) de 2013, tendo sido eleita em 2015 co-diretora do GT II do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, publicado em 2021. Veja-se <<https://www.ipcc.ch/people/debra-roberts/>>.

⁸⁰¹ “The decisions we make today are critical in ensuring a safe and sustainable world for everyone, both now and in the future. (...) The next few years are probably the most important in our history”. Veja-se a apresentação desse relatório em 8/X/2018, intitulado *Global Warming of 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*

<<https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>>.

⁸⁰² Cf. Karl Matthiesen & Natalie Sauer, “‘Most important years in history’: major UN report sounds last-minute climate alarm”. *Climate Home News*, 8/X/2018: “I have no doubt that historians will look back at these findings as one of the defining moments in the course of human affairs”

⁸⁰³ Cf. Gaël Giraud, “L’effet ‘reine rouge’: l’économie face aux contraintes physiques et énergétiques d’un monde aux dimensions finies” <<https://www.youtube.com/watch?v=n3LyVbGUFu4>>.

⁸⁰⁴ Cf. *The Second Warning: A Documentary Film* (2018): “We are living in a hinge point. The next couple of years will be the most important years in the history of humanity.”

⁸⁰⁵ Cf. António Guterres, “We have a year and a half to avoid runaway climate change”: “We face a direct existential threat. If we do not change course by 2020, we risk missing the point where we can avoid runaway climate change, with disastrous consequences for people and all the natural systems that sustain us”. <https://www.vice.com/en_us/article/a38zyk/un-secretary-general-says-we-have-a-year-and-a-half-to-avoid-runaway-climate-change>.

⁸⁰⁶ Cf. Mengpin Ge *et al.*, “Tracking Progress of the 2020 Climate Turning Point.” *World Resources Institute*, Washington D.C. 2019: “in most cases action is insufficient or progress is off track”.

⁸⁰⁷ Cf. Opening of COP25, 2/XII/2019 Statement by IPCC Chair Hoesung Lee: “Our assessments show that climate stabilization implies that greenhouse gas emissions must start to peak from next year. But emissions are continuing to increase, with no sign of peaking soon”. <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/IPCC-Chair-opening-COP25.pdf>>.

⁸⁰⁸ Cf. WMO, Global Carbon Project (GCP), IPCC, UNEP, WHO, the Met Office, *United in Science, A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information*. Setembro de 2021: “Based on preliminary estimates, global emissions in the power and industry sectors were already at the same level or higher in January-July 2021 than in the same period in 2019, before the pandemic, while emissions from road transport remained about 5% lower. Excluding aviation and sea transport, global emissions were at about the same levels as in 2019, averaged across those 7 months”.

⁸⁰⁹ Citado por Angela Fritz & Rachel Ramirez, “Earth is warming faster than previously thought, scientists say, and the window is closing to avoid catastrophic outcomes”. CNN, 9/VIII/2021: “Bottom line is that we have zero years left to avoid dangerous climate change, because it’s here”.

⁸¹⁰ Cf. Figueres *et al.*, “Three years to safeguard our climate”. *Nature*, 29/VI/2017: “The year 2020 is crucially important for another reason, one that has more to do with physics than politics. When it comes to climate, timing is everything”.

⁸¹¹ Cf. AIE, Sustainable Recovery Tracker, Julho de 2021.

⁸¹² Cf. Christiana Figueres, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, Johan Rockström, Anthony Hobley & Stefan Rahmstorf, “Three years to safeguard our climate”. *Nature*, 29/VI/2017: “The year 2020 is crucially important for another reason, one that has more to do with physics than politics. When it comes to climate, timing is everything. (...) Should emissions continue to rise beyond 2020, or even remain level, the temperature goals set in Paris become almost unattainable. The UN Sustainable Development Goals that were agreed in 2015 would also be at grave risk.”

⁸¹³ Figueres *et al.*, “Three years to safeguard our climate”. *Nature*, 29/VI/2017.

⁸¹⁴ Cf. Gregg Marland, Tom Oda & Thomas A. Boden, “Per capita carbon emissions must fall to 1955 levels”. *Nature*, 565, 7741, 2019, p. 567: “In 1977, when the global population was 4.23 billion, emissions per capita were 1.19 tonnes of carbon per person. By 2017, this had increased to 1.34 tonnes (the global population that year was 7.55 billion). So, decreasing total emissions to the 1977 figure will mean returning per capita emissions to those recorded for 1955”.

⁸¹⁵ Cf. Simon Evans, “Which countries are historically responsible for climate change”. *CarbonBrief*, 5/X/2021: “In total, humans have pumped around 2,500 bn tonnes of CO₂ (GtCO₂) into the atmosphere since 1850, leaving less than 500 GtCO₂ of remaining carbon budget to stay below 1.5C of warming. This means that, by the end of 2021, the world will collectively have burned through 86% of the carbon budget for a 50-50 probability of staying below 1.5C, or 89% of the budget for a two-thirds likelihood.”

⁸¹⁶ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), Summary for policymakers, p. 37: “Higher or lower reductions in accompanying non-CO₂ emissions can increase or decrease the values on the left by 220 GtCO₂ or more”.

⁸¹⁷ Cf. Timothy Lenton, Johan Rockström, Owen Gaffney, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Will Steffen & Hans Joachim Schellnhuber, “Climate tipping points — too risky to bet against”. *Nature*, 27/XI/2019: “The world’s remaining emissions budget for a 50:50 chance of staying within 1.5 °C of warming is only about 500 gigatonnes (Gt) of CO₂. Permafrost emissions could take an estimated 20% (100 Gt CO₂) off this budget¹⁰, and that’s without including methane from deep permafrost or undersea hydrates. If forests are close to tipping points, Amazon dieback could release another 90 Gt CO₂ and boreal forests a further 110 Gt CO₂¹¹. With global total CO₂ emissions still at more than 40 Gt per year, the remaining budget could be all but erased already”.

⁸¹⁸ Cf. *The Risks to Australia of a 3°C Warmer World*. Australian Academy of Sciences, Março de 2021, p. 19: “After decades of insufficient action to reduce GHG emissions, the emission budget for the 1.5°C target has shrunk to a range of 40–135 Gt C. Limiting the temperature rise to the lower Paris Agreement target (1.5°C) is exceedingly difficult, and with only three or four more years of emissions at current levels remaining, the target has become virtually impossible to achieve”.

⁸¹⁹ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report 2022, Working Group III – Mitigation of Climate Change, 5/IV/2022, Summary for Policymakers, p. 4: “Global net anthropogenic GHG emissions were 59±6.6 GtCO₂-eq in 2019, about 12% (6.5 GtCO₂-eq) higher than in 2010 and 54% (21 GtCO₂-eq) higher than in 1990”.

<https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf>.

⁸²⁰ Cf. Michael Mann, “Earth Will Cross the Climate Danger Threshold by 2036”. *Scientific American*, 1/IV/2014.

⁸²¹ Cf. Jean Jouzel, “Le dérèglement climatique est là... on fait quoi maintenant?”, Conferência de Fouesnant (Bretanha) em 5/IX/2021 <<https://www.youtube.com/watch?v=irioSoD4HO4>>.

⁸²² Cf. Katharine L. Ricke & Ken Caldeira, “Maximum warming occurs about one decade after a carbon dioxide emission”. *Environmental Research Letters*, 9, 2/XII/2014: “the median time between an emission and maximum warming is 10.1 years, with a 90% probability range of 6.6–30.7 years. (...) Past emissions very much influence rates of warming on the time scale of a year or decade following the emission”.

⁸²³ Citado por Brian Kahn, “CO₂ Takes Just 10 Years to Reach Planet’s Peak Heat”. Climate Central, 3/XII/2014: “It takes only a few years for the climate to respond to emissions, but it takes a generation, at least, to change the emissions. We are slow, not the climate”.

⁸²⁴ Cf. Kirsten Zickfeld e Tyler Herrington, “The time lag between a carbon dioxide emission and maximum warming increases with the size of the emission”. *Environmental Research Letters*, 9, 10/III/2015: “Most of the warming (...) will emerge relatively quickly, implying that CO₂ emission cuts will not only benefit subsequent generations but also the generation implementing those cuts”.

⁸²⁵ Cf. Brian Kahn, “CO₂ Takes Just 10 Years to Reach Planet’s Peak Heat”. Climate Central, 3/XII/2014: “It reaches a peak but it is barely a peak. It’s more like a step”.

⁸²⁶ Cf. James Hansen & Makiko Sato, “Global Warming Acceleration”. Earth Institute, Columbia University, 14/XII/2020: “2021 will be cooler than 2020, because of the lagged effect of the current strong La Niña. When the next El Niño occurs, perhaps about mid-decade, hang onto your hat. Global emissions of GHGs had better be trending down by then!”

⁸²⁷ Cf. “WMO Global Annual to Decadal Climate Update, 2021. Target Years 2021 and 2021-2025”: “It is about as likely as not (40% chance) that one of the next 5 years will be at least 1.5°C warmer than preindustrial levels and the chance is increasing with time” <https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/WMO_GADCU_2020.pdf>.

⁸²⁸ Cf. WMO, cit. p. 5: “The chance of at least one year exceeding the current warmest year, 2016, in the next five years is 90%. The chance of the five-year mean for 2021-2025 being higher than the last five years is 80%”.

⁸²⁹ Cf. “WMO update: 50:50 chance of global temperature temporarily reaching 1.5°C threshold in next five Years”, 9/V/2022: “The chance of temporarily exceeding 1.5°C has risen steadily since 2015, when it was close to zero. [For the years between 2017 and 2021, there was a 10% chance of exceedance](#). That probability has increased to nearly 50% for the 2022-2026 period”.

⁸³⁰ Cf. IPCC AR6 WG I 2021, SPM, p. 18: “Under the five illustrative scenarios, in the near term (2021-2040), the 1.5°C global warming level is *very likely* to be exceeded under the very high GHG emissions scenario (SSP5-8.5), *likely* to be exceeded under the intermediate and high GHG emissions scenarios (SSP2-4.5 and SSP3-7.0), *more likely than not* to be exceeded under the low GHG emissions scenario (SSP1-2.6) and *more likely than not* to be reached under the very low GHG emissions scenario (SSP1-1.9)”.

⁸³¹ Cf. IPCC (2018), p. 4: “Global warming is likely to reach 1.5°C between 2030 and 2052 if it continues to increase at the current rate (high confidence).”

⁸³² Cf. Scott Waldman, “New climate report actually understates threat, some researchers argue”. *Science*, 12/X/2018. Originalmente publicado em *E&E News*.

⁸³³ Citado por Scott Waldman, “IPCC. Was the scary report too conservative?”. *E&E News Reporter*, 11/X/2018: “We are closer to the 1.5C and 2C thresholds than they indicate and our available carbon budget for avoiding those critical thresholds is considerably smaller than they imply. In other words, they paint an overly rosy scenario by ignoring some relevant literature.”

⁸³⁴ Cf. Adam Vaughan, “Earth may be even closer to 1.5°C of global warming than we thought”. *New Scientist*, 20/XII/2020: “The IPCC have overestimated the available carbon budget through choices that tend to underestimate the warming we’ve already experienced. That of course means that there is a lot more work to do if we are to avert dangerous warming”.

⁸³⁵ Cf. Benjamin J. Henley, Andrew D. King, “Trajectories toward the 1.5°C Paris target: Modulation by the Interdecadal Pacific Oscillation”. *Geophys. Research Letters* 8/V/2017: “the phase of the Interdecadal Pacific Oscillation (...) will regulate the rate at which global temperature approaches the 1.5°C level. A transition to the positive phase of the IPO would lead to a projected exceedance of the target centered around 2026. If the Pacific Ocean remains in its negative phase, however, the projections are centered on reaching the target around 5 years later, in 2031.” Veja-se também Alvin Stone, “Paris 1.5°C target may be smashed by 2026” *GeoSpace*, 9/V/2017.

⁸³⁶ Cf. Yangyang Xu, Veerabhadram Ramanathan e David G. Victor, “Global warming will happen faster than we think”. *Nature*, 5/XII/2018.

⁸³⁷ Cf. Richard J. Millar *et al.*, “Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5 °C”. *Nature Geoscience*, 18/IX/2017.

⁸³⁸ Sobre a ideia de impossibilidade sociofísica, cf. L. Marques, “Esperanças científicas e fatos políticos básicos sobre o Acordo de Paris”. *Jornal da Unicamp*, 25/IX/2017; Idem, “Tarde demais para 3°C?”, *Jornal da Unicamp*, 21/XI/2017.

⁸³⁹ Veja-se “Terajoules of energy used globally this year”. The World Counts.

<<https://www.theworldcounts.com/challenges/climate-change/energy/global-energy-consumption/story>>.

Notas do Capítulo 7

⁸⁴⁰ Cf. IPCC, AR5, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 62: “Based on Earth System Models, there is high confidence that the feedback between climate change and the carbon cycle will amplify global warming. Climate change will partially offset increases in land and ocean carbon sinks caused by rising atmospheric CO₂. As a result more of the emitted anthropogenic CO₂ will remain in the atmosphere, reinforcing the warming”.

⁸⁴¹ O presente capítulo retoma, atualiza e amplia as análises propostas no capítulo 8 (Climate feedbacks and Tipping points) do meu livro, *Capitalism and Environmental Collapse*, Springer, 2020 (capítulo escrito para a edição inglesa, i.e., não constante nas três edições do livro brasileiro de mesmo título (Editora da Unicamp, 2015, 2016 e 2018).

⁸⁴² Cf. IPCC AR6 WG I 2021, capítulo 7.4 Climate feedbacks, p. 59 (Accepted version, subject to final edition) <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_07.pdf>.

⁸⁴³ Cf. IPCC AR6 WG I 2021, SPM, B.4.3, p. 20: “The magnitude of feedbacks between climate change and the carbon cycle becomes larger but also more uncertain in high CO₂ emissions scenarios (very high confidence). (...) Additional ecosystem responses to warming not yet fully included in climate models, such as CO₂ and CH₄ fluxes from wetlands, permafrost thaw and wildfires, would further increase concentrations of these gases in the atmosphere (high confidence)”.

⁸⁴⁴ Citado por Fiona Harvey, “‘Tipping points’ could exacerbate climate crisis, scientists fear.” *The Guardian*, 9/X/2018: “even with its description of the increasing impacts that lie ahead, the IPCC understates a key risk: that self-reinforcing feedback loops could push the climate system into chaos before we have time to tame our energy system, and the other sources of climate pollution.”

⁸⁴⁵ Cf. Zeke Hausfather & Richard Betts, “How ‘carbon-cycle feedbacks’ could make global warming worse”. Carbon Brief, 14/IV/2020: “feedbacks could result in up to 25% more warming than in the main IPCC projections”.

⁸⁴⁶ Cf. Peter Carter, “Amplifying Climate Feedbacks”, Climate Emergency Institute: “Today most of the largest sources of catastrophically dangerous feedbacks are operant or triggered, and today we are committed to a far greater degree of global warming - that will cause far greater feedbacks accelerating the rate of warming”.

⁸⁴⁷ Cf. James Hansen & Makiko Sato, “July Temperature Update: Faustian Payment Comes Due”. Climate Science, Awareness and Solutions Program. Earth Institute. Columbia University, 13/VIII/2021: “The human-made aerosol forcing is almost as large as the CO₂ forcing, but it is of the opposite sign, i.e., aerosols cause cooling”.

⁸⁴⁸ Cf. Gunnar Myhre *et al.*, “Aerosols and their Relation to Global Climate and Climate Sensitivity”. *Nature Education Knowledge*, 4, 5, 2013, p. 7: “Aerossóis atmosféricos são partículas líquidas, sólidas ou mistas em suspensão com composição química e distribuição de tamanho altamente variáveis. Sua variabilidade se deve às numerosas fontes e variados mecanismos de formação. As partículas de aerossol são emitidas diretamente para a atmosfera (aerossóis primários) ou produzidas na atmosfera a partir de gases precursores (aerossóis secundários). (“Atmospheric aerosols are suspensions of liquid, solid, or mixed particles with highly variable chemical composition and size distribution (Putaud *et al.* 2010). Their variability is due to the numerous sources and varying formation mechanisms. Aerosol particles are either emitted directly to the atmosphere (primary aerosols) or produced in the atmosphere from precursor gases (secondary aerosols))”.

⁸⁴⁹ Veja-se, por exemplo, resultados não convergentes em dois trabalhos recentes: Shau-Liang Chen *et al.*, “Possible warming effect of fine particulate matter in the atmosphere”. *Communications earth & environment*, 2, 1/X/2021; Xiaofan Ma, Gang Huang & Junji Cao, “The significant roles of anthropogenic aerosols on surface temperature under carbon neutrality”. *Science Bulletin*, 2021.

⁸⁵⁰ Cf. Timothy Lenton, *Earth System Science. A very short introduction*. Oxford University Press, 2016, capítulo 3 Regulation: “Clouds are vital to determining the Earth’s albedo”.

⁸⁵¹ Cf. Hansen & Sato, cit., 13/VIII/2021: “The aerosol climate forcing is complex, as the largest part of their effect seems to be via their role as cloud condensation nuclei. Added condensation nuclei tend to make the average cloud particle smaller; that tends to make brighter, longer-lived clouds, but it’s a complicated story”.

⁸⁵² Cf. Joyce E. Penner, “Soot, sulfate, dust and the climate – three ways through the fog”. *Nature*, 11/VI/2019: “Greenhouse gases might be the main culprits in the rapid warming of our planet, but particles in the air also play a part. Soot, dust, sulfate and other aerosols can both cool the atmosphere and warm it. Yet, nearly 30 years after the first report from the Intergovernmental Panel on Climate Change, we still don’t really know how much aerosols influence the climate. These particles remain one of the greatest lingering sources of uncertainty.”

⁸⁵³ Cf. IPCC AR5 WGI 2013, capítulo 7 – Clouds and Aerosols, p. 622: “Overall, models and observations indicate that anthropogenic aerosols have exerted a cooling influence on the Earth since pre-industrial times, which has masked some of the global mean warming from greenhouse gases that would have occurred in their absence. The projected decrease in emissions of anthropogenic aerosols in the future, in response to air quality policies, would eventually unmask this warming”.

⁸⁵⁴ Cf. Hansen & Sato, cit. 13/VIII/2021: “we have only received about a third of the warming due to the presumed reduction of ship emissions since 2015. Fortunately, a large part of the asyet-unrealized warming is in the slow response of the climate system over decades and centuries”.

⁸⁵⁵ Cf. IPCC AR5, WGI, 2013, capítulo 12, p. 1107: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility: “Eliminating short-lived negative forcings from sulphate aerosols at the same time (e.g., by air pollution reduction measures) would cause a temporary warming of a few tenths of a degree”.

⁸⁵⁶ Bjorn H. Samset *et al.*, “Climate Impacts From a Removal of Anthropogenic Aerosol Emissions”. *Geophysical Research Letters*, 8/1/2018.

⁸⁵⁷ Cf. Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan & David Victor, “Global Warming will happen faster than we think”. *Nature*, 5/XII/2018: “Lower pollution is better for crops and public health. But aerosols, including sulfates, nitrates and organic compounds, reflect sunlight. This shield of aerosols has kept the planet cooler, possibly by as much as 0.7°C globally”.

⁸⁵⁸ Cf. Joachim Schellnhuber, “Global warming: stop worrying, start panicking?”. *PNAS*, 105, 2008, pp. 14239-14240.

⁸⁵⁹ Cf. Frank Raes & John H. Seinfeld, “Climate change: and air pollution abatement: a bumpy road”. *Atmospheric Environment*, 43, 32, outubro de 2009.

⁸⁶⁰ Cf. Drew Shindell & Christopher J. Smith, “Climate and air-quality benefits of a realistic phase-out of fossil fuels”. *Nature*, 573, 19/IX/2019: “We show that more realistic modelling scenarios do not produce a substantial near-term increase in either the magnitude or the rate of warming, and in fact can lead to a decrease in warming rates within two decades of the start of the fossil-fuel phase-out”.

⁸⁶¹ Cf. IPCC (AR WGI 2021), Summary for Policymakers (SPM), p. 5: “other human drivers (principally aerosols) contributed a cooling of 0.0°C to 0.8°C”. Veja-se também p. 7, Figura SPM.2.

⁸⁶² Cf. Shindell & Smith, cit. (2019): “A climate penalty could occur if air-pollution controls were to be put in place while greenhouse-gas emissions were allowed to continue to increase, as many studies have shown”.

⁸⁶³ Cf. Earth Observatory, NASA, Net Primary Productivity

<https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD17A2_M_PSN>.

⁸⁶⁴ Cf. IPBES, “The assessment report on Land Degradation and Restoration”, 2018. Summary for Policymakers p. 19: “Net primary productivity of ecosystem biomass and of agriculture is presently lower than it would have been under natural state on 23 per cent of the global terrestrial area, amounting to a 5 per cent reduction in total global net primary productivity”.

⁸⁶⁵ Cf. Fridolin Krausmann *et al.*, “Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th Century”. *PNAS*, 110, 25, 18/VI/2013, pp. 10324-10329.

⁸⁶⁶ Cf. Yuliang Zhou & Ping Zhou, “Decline in net primary productivity caused by severe droughts: evidence from the Pearl River basin in China”. *Hydrology Research*, 52, 6, 1/XII/2021: “There is still little attention paid to the impacts of droughts on terrestrial ecosystems. As one of the major climatological disasters, drought can have significant impacts on terrestrial ecosystems, especially for the terrestrial net primary productivity (NPP)”.

⁸⁶⁷ Cf. Zhou & Zhou., cit. (2021): “prolonged and severe drought events largely decreased regional NPP. For example, the 2009–2010 drought reduced NPP by 31.85 Tg C across the whole basin, accounting for 11.7% of the regional annual mean NPP. The occurrence of long-lasting and severe droughts could cause serious disturbances in the biochemical and physiological processes of ecosystems such as photosynthesis, respiration, and nitrogen and protein metabolism. Long-term dry conditions also influence ecosystem productivity by increasing pest and disease infestation”.

⁸⁶⁸ Cf. Alessandro Baccini *et al.*, “Tropical forests are a net carbon source based on above ground measurements of gain and loss”. *Science*, 28/IX/2017: “the world’s tropical forests are a net carbon source of 425.2 ± 92.0 teragrams of carbon per year. This net release of carbon consists of losses of 861.7 ± 80.2 Tg C year⁻¹ and gains of 436.5 ± 31.0 Tg C year⁻¹.”

⁸⁶⁹ Cf. S. M. Castro, G. A. Sanchez-Azofeifa & H. Sato, “Effect of drought on productivity in a Costa Rican tropical dry forest”. *Environmental Research Letters*, 13, 4, 16/III/2018: “Seasonal minimums in photosynthetic rates and light use efficiency were observed during drought events, and gross primary productivity was reduced by 13% and 42% during drought seasons 2014 and 2015, respectively”.

⁸⁷⁰ Cf. Michael Zika & Karl-Heinz Erb, “The global loss of net primary production resulting from human-induced soil degradation in drylands”. *Ecological Economics*, 14/VII/2009: “due to dryland degradation, or between 4% and 10% of the potential NPP in drylands. NPP losses amount to 20–40% of the potential NPP on degraded agricultural areas in the global average and above 55% in some world regions.”

⁸⁷¹ Cf. Hansen & Sato, cit., 13/VIII/2021: “most of the increased [Earth’s energy] imbalance since 2015 is due to an increase of absorbed solar energy, i.e., a decrease in Earth’s reflectivity. That is consistent with the expectation that the largest effect of aerosols on Earth’s radiation balance and climate is via their effect on clouds.

⁸⁷² Cf. NSIDC, “Thermodynamics: Albedo”: “Um albedo oceânico típico é de aproximadamente 0,06, enquanto o gelo marinho puro varia de aproximadamente 0,5 a 0,7. Isso significa que o oceano reflete apenas 6% da radiação solar recebida e absorve o restante, enquanto o gelo marinho reflete de 50 a 70% da energia recebida. A neve tem um albedo ainda mais alto do que o gelo marinho, e assim o gelo marinho espesso coberto de neve reflete até 90% da radiação solar incidente” (“A typical ocean albedo is approximately 0.06, while bare sea ice varies from approximately 0.5 to 0.7. This means that the ocean reflects only 6 percent of the incoming solar radiation and absorbs the rest, while sea ice reflects 50 to 70 percent of the incoming energy. Snow has an even higher albedo than sea ice, and so thick sea ice covered with snow reflects as much as 90 percent of the incoming solar radiation”).

⁸⁷³ Cf. Peter Wadhams, “Arctic Amplification, Climate Changing, Global Warming. New Challenges from the top of the world”. Fondazione Eni Enrico Mattei, Milan, 12/V/2015: “the effect of sea ice retreat in the Arctic alone has been to reduce the average albedo of the Earth from 52% to 48% and this is the same as adding a quarter to the amount of the heating of the planet due to the GHG” <https://www.youtube.com/watch?v=aTY9M_ZKk3M>.

⁸⁷⁴ O conceito de Blue Ocean Event refere-se ao momento em que o gelo marinho no Ártico atingirá pela primeira vez uma extensão de menos de 1 milhão de km² ao final do verão setentrional. A quantidade imensa de calor absorvida pelo Oceano Ártico nesse momento fará com que, provavelmente, essa situação volte a se repetir a cada final de verão. As previsões de ocorrência de um Blue Ocean Event variam muito, desde cada próximo verão (Peter Wadhams) até os próximos 20 anos (AGU), a segunda metade ou mesmo o final do século XXI (Met Office). Uma recapitulação dos efeitos previstos deste novo estado de equilíbrio do Ártico é proposta por Dave Borlace, “Blue Ocean Event: Game Over?” *Just have a think*, 7/IV/2019.

⁸⁷⁵ Cf. Mark Urban, “Life without ice” (Editorial). *Science*, 14/II/2020: “Arctic summers could become mostly ice-free in 30 years, and possibly sooner if current trends continue”.

⁸⁷⁶ As previsões de ocorrência de um Blue Ocean Event variam muito. Uma recapitulação dos efeitos previstos deste novo estado de equilíbrio do Ártico é proposta por Dave Borlace, “Blue Ocean Event: Game Over?” *Just have a think*, 7/IV/2019.

⁸⁷⁷ Cf. Philip R. Goode *et al.*, “Earth’s Albedo 1998-2017 as Measured From Earthshine”. *Geophysical Research Letters*, 29/VIII/2021: “The two-decade decrease in earthshine-derived albedo corresponds to an increase in radiative forcing of about 0.5 W/m², which is climatologically significant. For comparison, total anthropogenic forcing increased by about 0.6 W/m² over the same period”.

⁸⁷⁸ Cf. Andrew J. Watson, “Revised estimates of ocean-atmosphere CO₂ flux are consistent with ocean carbon inventory”. *Nature Communications*, 4/IX/2020.

⁸⁷⁹ Cf. Frank J. Pavia *et al.*, “Shallow particulate organic carbon regeneration in the South Pacific Ocean”. *PNAS*, 116, 20, 29/IV/2019, pp. 9753-9758.

⁸⁸⁰ Citado por Kevin Krajick, “As oceans warm, microbes could pump more CO₂ back into air, study warns”. *EurekAlert AAAS*, 29/IV/2019: “The results are telling us that warming will cause faster recycling of carbon in many areas, and that means less carbon will reach the deep ocean and get stored there”.

⁸⁸¹ Citado por Yasmin Tayag, “Earth’s Oceans may lose a key part of their ability to capture carbono”. *Inverse*, 29/IV/2019: “As CO₂ increases in the ocean, it lowers the pH, making it more acidic, decreasing the ocean’s capacity to take up additional CO₂ in the future”.

⁸⁸² Cf. Chris M Marsay *et al.*, “Attenuation of sinking particulate organic carbon flux through the mesopelagic ocean”. *PNAS*, 5/1/2015: “predicted future increases in ocean temperature will result in reduced CO₂ storage by the oceans”.

⁸⁸³ Cf. “Warming oceans less able to store organic carbon, study suggests”. *CarbonBrief*, 6/1/2015: “This would potentially result in reduced storage of carbon dioxide by the oceans, effectively acting as a positive feedback mechanism, with less atmospheric carbon dioxide being removed by the oceans”.

⁸⁸⁴ Cf. Cheryl Katz, “How long can oceans continue to absorb Earth’s excess heat?”. *Yale360*, 18/III/2015: “the oceans might be starting to release some of that pent-up thermal energy, which could contribute to significant global temperature increases in the coming years. (...) Given the enormity of the ocean’s thermal load, even a tiny change has a big impact.”

⁸⁸⁵ Citado por Jeff Tollefson, “Scientists raise alarm over ‘dangerously fast’ growth in atmospheric methane”. *Nature*, 8/II/2022: “Tackling methane is probably the best opportunity we have to buy some time”.

⁸⁸⁶ Cf. Wallace S. Broecker, “Climatic Change. Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?”. *Science*, 189, 8/VIII/1975, pp. 460-463 “Of the climatic effects induced by man, only that for CO₂ can be conclusively demonstrated to be globally significant”.

⁸⁸⁷ Cf. Gavin Schmidt, “Methane: A Scientific Journey from Obscurity to Climate Super-Stardom”. *Goddard Institute for Space Studies*, Setembro de 2004.

⁸⁸⁸ Cf. Paul Balcombe *et al.*, “Methane emissions: choosing the right climate metric and time horizon”. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 10, 2018; “New 3D View of Methane Tracks Sources and Movement around the Globe”. NASA.

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/new-3d-view-of-methane-tracks-sources-and-movement-around-the-globe>.

⁸⁸⁹ Cf. Maryam Etminan *et al.*, “Radiative forcing of carbon dioxide, methane and nitrous oxide: a significant revision of the methane radiative forcing.” *Geophysical Research Letters*, 27/XII/2016. *Trata-se dos valores adotados pelo IPCC (AR4 2007)*, baseados em G. Myhre. Cf. “Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis”, capítulo 2.10.2: Direct Global Warming Potentials.

⁸⁹⁰ Cf. Ed Dlugokencky, NOAA, Trends in atmospheric methane <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/>.

⁸⁹¹ Cf. Marielle Saunio *et al.*, “The global methane budget 2000 – 2012”. *Earth System Science Data*, 8, 2016, pp. 697-751: “Emissions and concentrations of CH₄ are continuing to increase, making CH₄ the second most important human-induced greenhouse gas after carbon dioxide”.

⁸⁹² Cf. Marielle Saunio *et al.*, “The growing role of methane in anthropogenic climate change”. *Environmental Research Letters*, 11, 12, 12/XII/2016: “Atmospheric methane concentrations are rising faster than at any time in the past two decades and, since 2014, are now approaching the most GHG intensive scenarios”.

⁸⁹³ Cf. Euan G. Nisbet *et al.*, “Very Strong Atmospheric Methane Growth in the 4 Years 2014–2017: Implications for the Paris Agreement”. *Global Biogeochemical Cycles*, 33, 3, 5/II/2019, pp. 318-342: “the extra climate warming impact of the methane can significantly negate or even reverse progress in climate mitigation from reducing CO₂ emissions. This will challenge efforts to meet the target of the 2015 UN Paris Agreement on Climate Change, to limit climate warming to 2 °C”.

⁸⁹⁴ Cf. David Archer *et al.*, “Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide”. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37, 2009, pp. 117-134. Para uma discussão sobre o peso do metano no aquecimento global, vide L. Marques, *Capitalism and Environmental Collapse*, Springer 2020, capítulo 8: “Climate Feedbacks and Tipping Points”.

⁸⁹⁵ Cf. NOAA, “Increase in atmospheric methane set another record during 2021”, 7/IV/2022: “About 40 percent of the Ford Model T emissions from 1911 are still in the air today”.

⁸⁹⁶ O Potencial de Aquecimento Global (GWP) é uma métrica desenvolvida pelo Protocolo de Kyoto e adaptada pelo IPCC em seu primeiro Relatório de Avaliação (1990) para calcular os diferentes efeitos dos GEE. Ele é definido como o forçamento radiativo integrado no tempo de um pulso de emissão de um gás, em relação ao CO₂, ao longo de um horizonte de tempo definido.

⁸⁹⁷ Cf. Balcombe *et al.* (2018), cit.: “methane has a radiative forcing approximately 120 times more than CO₂ immediately after it is emitted”.

⁸⁹⁸ Balcombe *et al.* (2018), cit.: “88% of the methane reacts this way, meaning that one gram of methane will form 2.4 grams of CO₂.”

⁸⁹⁹ Balcombe *et al.* (2018), cit.: “As the time of required climate stabilisation grows closer, the importance of methane mitigation grows stronger”.

⁹⁰⁰ Cf. Gavin Schmidt, “Methane: A Scientific Journey from Obscurity to Climate Super-Stardom”. *Goddard Institute for Space Studies*, Setembro 2004: “methane rapidly increases in a warming climate with a small lag behind temperature. Therefore, not only does methane affect climate through greenhouse effects, but it in turn can evidently be affected by climate itself.”

⁹⁰¹ Cf. Joshua F. Dean *et al.*, “Methane Feedbacks to the Global Climate System in a Warmer World”. *Reviews of Geophysics*, 56, 15/II/2018: “increased CH₄ emissions from these systems would in turn induce further climate change, resulting in a positive climate feedback.”

⁹⁰² Citado por Jeff Tollefson, “Scientists raise alarm over ‘dangerously fast’ growth in atmospheric methane”. *Nature*, 8/II/2022: “Is warming feeding the warming? It’s an incredibly important question. As yet, no answer, but it very much looks that way”.

⁹⁰³ Cf. Xin Lan *et al.*, “Improved Constraints on Global Methane Emissions and Sinks Using $\delta^{13}\text{C}\text{-CH}_4$ ”. *Global Biogeochemical Cycles*, 8/V/2021.

⁹⁰⁴ IPCC, Sixth Assessment Report, Working Group III, IV/2022, Summary for Policymakers, p. 37: “Global methane emissions from energy supply, primarily fugitive emissions from production and transport of fossil fuels, accounted for about 18% [13%-23%] of global GHG emissions from energy supply, 32% [22%-42%] of global methane emissions, and 6% [4%-8%] of global GHG emissions in 2019 (high confidence)”

⁹⁰⁵ “A slow-motion time bomb”. Citado por Seth Borenstein, “Study Says Methane a New Climate Threat”. *The Washington Post*, 6/IX/2006.

⁹⁰⁶ Cf. Merritt Turetsky *et al.*, “Permafrost collapse is accelerating carbon release”. *Nature*, 30/IV/2019: “It is composed of soil, rock or sediment, often with large chunks of ice mixed in”.

⁹⁰⁷ Cf. Kevin Schaeffer, Hugues Lantuit, Vladimir Romanovsky & Edward A. G. Schuur, *Policy Implications of Warming Permafrost*. UNEP, 2012.

⁹⁰⁸ Cf. Gustav Hugelius *et al.*, “Estimated stocks of circumpolar permafrost carbon with quantified uncertainty ranges and identified data gaps”. *Biogeosciences* 11, 2014, pp. 6573–6593.

⁹⁰⁹ Cf. Climate Change, Earth’s Climate System, The Earth’s Carbon Reservoir. University of California San Diego: “the atmospheric reservoir of carbon (mostly in the form of CO₂) is about 750 GtC. The ocean is near 40,000 GtC; the [biosphere](https://earthguide.ucsd.edu/virtualmuseum/climatechange1/05_2.shtml#:~:text=For%20example%2C%20the%20atmospheric%20reservoir,soil%20is%20almost%201600%20GtC) is near 610 GtC; and, depending on how it is defined, soil is almost 1600 GtC”.
<http://earthguide.ucsd.edu/virtualmuseum/climatechange1/05_2.shtml#:~:text=For%20example%2C%20the%20atmospheric%20reservoir,soil%20is%20almost%201600%20GtC>.

⁹¹⁰ Climate System Emergency Institute, “Commitment to increased future global warming”: “Permafrost is the largest single certain source of GHG feedback emissions caused by global surface warming, holding double atmospheric carbon. Permafrost thawing generates its own internal heat, making it irreversible. By a global warming of 1C, Arctic permafrost feedback emissions of methane, CO₂ and nitrous oxide are well established. Therefore a sustained warming of over 1C, will eventually lead to irreversibly and increasing GHG permafrost feedback emissions. The sea-ice decline amplifying feedback will further boost these GHG feedback emissions. This requires emergency Arctic intervention intervention. Permafrost feedback is not included in IPCC temperature projections”.
<https://www.climateemergencyinstitute.com/committed_climate_change>.

⁹¹¹ Cf. Kevin Schaeffer, Hugues Lantuit, Vladimir Romanovsky & Edward A. G. Schuur, *Policy Implications of Warming Permafrost*. UNEP, 2012: “Overall, these observations [from TSP and CALM] indicate that large-scale thawing of permafrost may have already started. [...] A global temperature increase of 3°C means a 6°C increase in the Arctic, resulting in anywhere between 30 to 85% loss of near-surface permafrost. [...] Carbon dioxide (CO₂) and methane emissions from thawing permafrost could amplify warming due to anthropogenic greenhouse gas emissions. This amplification is called the permafrost carbon feedback”.

⁹¹² Cf. “Arctic Climate Change Update 2021. Summary for Policymakers”. AMAP, 2021, p. 5: “The largest change in air temperature over this 49-year period was over the Arctic Ocean during the months of October through May, averaging 4.6oC with a peak warming of 10.6oC, occurring over the northeastern Barents Sea”.

⁹¹³ Cf. AMAP, cit. (2021), p. 4: “Over the past 49 years, the Arctic has warmed three times faster than the world as a whole, leading to rapid and widespread changes in sea ice, land ice (glaciers and ice sheets), permafrost, snow cover, and other physical features and characteristics of the Arctic environment. These changes are transforming the Arctic, with far-reaching consequences”.

⁹¹⁴ Christian Knoblauch *et al.*, “Methane production as key to the greenhouse gas budget of thawing permafrost”. *Nature Climate Change*, 8, 19/III/2018, pp. 309-312.

⁹¹⁵ Cf. Elizabeth M. Herndon, “Permafrost slowly exhales methane”. *Nature Climate Change*, 8, 4, April 2018, pp. 273-274: “CH₄ production from anoxic (oxygen-free) systems may account for a higher proportion of global warming potential (GWP) than previously appreciated, surpassing contributions of CO₂”.

⁹¹⁶ Cf. Guillaume Lamarche-Gagnon *et al.*, “Greenland melt drives continuous export of methane from the ice-sheet bed”. *Nature*, 565, 2/I/2019, pp. 73-77: “evidence from the Greenland ice sheet for the existence of large subglacial methane reserves, where production is not offset by local sinks and there is net export of methane to the atmosphere during the summer melt season”.

⁹¹⁷ Cf. Edward A. G. Schuur *et al.* “Climate change and the permafrost carbon feedback”. *Nature*, 520, 9/IV/2015, pp. 171-179: “At the proposed rates, the observed and projected emissions of CH₄ and CO₂ from thawing permafrost are unlikely to cause abrupt climate change over a period of a few years to a decade. Instead, permafrost carbon emissions are likely to be felt over decades to centuries as northern regions warm, making climate change happen faster than we would expect on the basis of projected emissions from human activities alone”.

⁹¹⁸ Cf. Kevin Schaeffer *et al.*, “Amount and timing of permafrost carbon release in response to climate warming”. *Tellus B. Chemical and Physical Meteorology*, 63, 2, 2011, pp. 168-180: “the permafrost carbon feedback will change

the Arctic from a carbon sink to a source after the mid-2020s and is strong enough to cancel 42-88% of the total global land sink”.

⁹¹⁹ Termocarste são solos com cavidades alagadiças e pequenos montículos ([hummocks](#)) formados pelo derretimento do permafrost. De onde, também, lagos termocásticos.

⁹²⁰ Merritt Turetsky *et al.*, “Permafrost collapse is accelerating carbon release”. *Nature*, 30/IV/2019: “Frozen soil doesn’t just lock up carbon — it physically holds the landscape together. Across the Arctic and Boreal regions, permafrost is collapsing suddenly as pockets of ice within it melt. Instead of a few centimetres of soil thawing each year, several metres of soil can become destabilized within days or weeks. The land can sink and be inundated by swelling lakes and wetlands. (...) Permafrost is thawing much more quickly than models have predicted, with unknown consequences for greenhouse-gas release”.

⁹²¹ “Hidratos (ou clatratos) de gás são estruturas cristalinas formadas por moléculas de água e estabilizadas por moléculas gasosas em seu interior, que ocorrem na natureza sob condições específicas de temperatura e pressão compreendidas em uma faixa chamada zona de estabilidade de hidratos. Geralmente, o gás contido na estrutura cristalina dos hidratos de gás é o metano (CH₄), porém também é possível a ocorrência de hidratos contendo dióxido de carbono (CO₂) ou hidrocarbonetos mais pesados, como o etano (C₂H₆)”. Cf. *Hidratos de metano. Aspectos técnicos, econômicos e ambientais*, EPE/Minist. de Minas e Energia, 12/XII/2016. Essas estruturas cristalinas formadas por moléculas de água são muito similares ao gelo.

⁹²² Cf. Joshua F. Dean *et al.*, “Methane Feedbacks to the Global Climate System in a Warmer World”. *Reviews of Geophysics*, 56, 15/II/2018: “methane hydrates are not expected to contribute significantly to global CH₄ emissions in the near or long-term future”.

⁹²³ Cf. IPCC AR4 Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. Chapter 4.7.2.4 Subsea Permafrost: “Although the potential release of methane trapped within subsea permafrost may provide a positive feedback to climate warming, available observations do not permit an assessment of changes that might have occurred”.

⁹²⁴ Cf. Peter Wadhams, *A Farewell to ice. A Report from the Arctic*. Londres, 2016; Merritt R. Turetsky *et al.*, “Permafrost collapse is accelerating carbon release”. *Nature*, 30/IV/2019.

⁹²⁵ Cf. Natalia Shakhova, Igor Semiletov & Evgeny Chuvilin, “Understanding the Permafrost–Hydrate System and Associated Methane Releases in the East Siberian Arctic Shelf”. *Geosciences*, 9, 6, 251, 2019.

⁹²⁶ Veja-se, por exemplo, Peter Wadhams, “Arctic Amplification, Climate Changing, Global Warming. New Challenges from the top of the world”. *Fondazione Eni Enrico Mattei, Milão, 12/V/2015* (youtube).

⁹²⁷ Cf. Gail Whiteman, Chris Hope & Peter Wadhams, “Vast costs of Arctic change”, *Nature*, 499, 25/VII/2013.

⁹²⁸ Veja-se, por exemplo, “How Ancient Arctic Carbon Threatens Everyone on the Planet”. *Ted Talk*, abril de 2022. <<https://www.youtube.com/watch?v=r9IDDetKMi4>>.

⁹²⁹ Cf. Shakhova, Semiletov & Chuvilin, “Understanding”, cit. (2019): “The ESAS near-shore zone is highly affected by riverine runoff, which causes significant warming of the shelf water: the mean annual temperature of bottom water is documented to be >0 °C and has shown a tendency to increase during the last few decades”.

⁹³⁰ Cf. Nathalia Shakhova *et al.*, “Geochemical and geophysical evidence of methane release from the inner East Siberian Shelf”. *Journal of Geophysical Research*, 115, 2010; Natalia Shakhova *et al.*, “Current rates and mechanisms of subsea permafrost degradation in the East Siberian Arctic Shelf”. *Nature Communications*, 22/VII/2017; Shakhova, Semiletov & Chuvilin, cit. (2019); Peter Wadhams, *A Farewell to ice. A Report from the Arctic*. London, 2016; Idem, “Arctic Amplification, Climate Changing, Global Warming. New Challenges from the top of the world” (Conferência). *Fondazione Eni Enrico Mattei, Milão, 12/V/2015* (<https://www.youtube.com/watch?v=aTY9M_ZKk3M>); L. Marques, “Climate Feedbacks and Tipping Points”. Capítulo 8 de *Capitalism and Environmental Collapse*, Springer, 2020, pp. 199-232.

⁹³¹ Cf. Natalia Shakhova *et al.*, “Current rates and mechanisms of subsea permafrost degradation in the East Siberian Arctic Shelf”. *Nature Communications*, 22/VII/2017; Natalia Shakhova, Igor Semiletov & Evgeny Chuvilin, “Understanding the Permafrost–Hydrate System and Associated Methane Releases in the East Siberian Arctic Shelf”. *Geosciences*, 9, 6, 251, 2019.

⁹³² Cf. Shakhova, Semiletov & Chuvilin, cit. (2019): “The current annual emission of CH₄ to the atmosphere was calculated to be between 8 and 17 Tg annually; this implies, conservatively, that equal amounts could have been potentially released annually during the previous climate epochs if permafrost had not restricted CH₄ flux. Therefore, due to such restriction, during the time of one glacial period (~100 kYrs) >800 Gt of CH₄ could have accumulated in the ESAS seabed as postponed potential fluxes. This amount of pre-formed gas preserved in the ESAS suggests a potential for possible massive/abrupt release of CH₄, whether from destabilizing hydrates or from free gas accumulations beneath permafrost; such a release requires only a trigger”.

⁹³³ Cf. Shakhova, Semiletov & Chuvilin, cit. (2019): “The ESAS is a tectonically and seismically active area of the world ocean. During seismic events, a large amount of over-pressurized gas can be delivered to the water column, not only via existing gas migration pathways, but also through permafrost breaks”.

⁹³⁴ Cf. Fred Pearce, “Vast methane belch possible any time”. *NS*, 27/VII/2013; Amanda Leigh Mascarelli, “A sleeping giant?”. *Nature Reports Climate Change*, 5/III/2009.

⁹³⁵ Cf. Gail Whiteman, Chris Hope & Peter Wadhams, “Vast costs of Arctic change”. *Nature*, 499, 24/VII/2013, pp. 401-403: “a 50-gigatonne (Gt) reservoir of methane, stored in the form of hydrates, exists on the East Siberian Arctic Shelf. It is likely to be emitted as the seabed warms, either steadily over 50 years or suddenly”.

⁹³⁶ Cf. Wadhams, *Farewell to ice*, cit. (2016): “the extra temperature due to the methane by 2040 is 0,6°C, a substantial extra contribution”. (...) “Although the peak of 0.6°C is reached twenty-five years after emissions begin, a rise of 0.3-0.4°C occurs within a very few years”.

⁹³⁷ Cf. Irina D. Streletskaia *et al.*, “Methane Content in Ground Ice and Sediments of the Kara Sea Coast”. *Geosciences*, 8, 12, 434, 2018: “permafrost degradation due to climate change will be exacerbated along the coasts where declining sea ice is likely to result in accelerated rates of coastal erosion (...), further releasing the methane which is not yet accounted for in the models”.

⁹³⁸ Cf. Alexey Portnov *et al.* “Offshore permafrost decay and massive seabed methane escape in water depths >20 m at the South Kara Sea shelf”. *Geophysical Research Letters*, 40, 15, 1/VIII/2013, pp. 3.962-3.967; Alexei Portnov *et al.*,

“Modeling the evolution of climate-sensitive Arctic subsea permafrost in regions of extensive gas expulsion at the West Yamal shelf”. *Journal of Geophysical Research*, 119, 11, 17/XI/2014, pp. 2.082-2.094: “this Arctic shelf region where seafloor gas release is widespread suggests that permafrost has degraded more significantly than previously thought”.

⁹³⁹ Cf. Cf. Brian Stallard, “Siberian Methane Release is on the Rise, and That’s VERY Frightening”. *Nature World News*, 31/XII/2014: “If the temperature of the oceans increases by two degrees as suggested by some reports, it will accelerate the thawing to the extreme. A warming climate could lead to an explosive gas release from the shallow areas”.

⁹⁴⁰ Cf. AMEG Strategic Plan 12/IV/2012 <<http://a-m-e-g.blogspot.com/>>: “The tendency among scientists and the media has been to ignore or understate the seriousness of the situation in the Arctic. AMEG is using best available evidence and best available explanations for the processes at work. These processes include a number of vicious cycles which are growing in power exponentially, involving ocean, atmosphere, sea ice, snow, permafrost and methane”.

⁹⁴¹ Cf. Wadhams, *A Farewell to ice*, cit. (2016): “We must remember – many scientists, alas, forget – that it is only since 2005 that substantial summer open water has existed on Arctic shelves, so we are in an entirely new situation with a new melt phenomenon taking place”.

⁹⁴² Cf. Wadhams, *A Farewell to ice*. cit. (2016): “We have reached the point at which we should no longer simply say that adding CO₂ to the atmosphere is warming our planet. Instead, we have to say that the CO₂ which we have added to the atmosphere has already warmed our planet to the point where ice/snow feedback processes are themselves increasing the effect by a further 50%. We are not far from the moment when the feedbacks will themselves be driving the change – that is, we will not need to add more CO₂ to the atmosphere at all, but will get the warming anyway”.

⁹⁴³ Cf. Will Steffen *et al.*, “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9/VIII/2018: (...) even if the Paris Accord target of a 1.5 °C to 2.0 °C rise in temperature is met, we cannot exclude the risk that a cascade of feedbacks could push the Earth System irreversibly onto a “Hothouse Earth” pathway”.

⁹⁴⁴ Cf. Frank R. Rijsberman & R. J. Swart (eds.), “Targets and Indicators of Climatic Change”. The Stockholm Environment Institute, 1990, p. viii: “Temperature increases beyond 1°C may elicit rapid, unpredictable, and non-linear responses that could lead to extensive ecosystem damage. An absolute temperature limit of 2.0 °C can be viewed as an upper limit beyond which the risks of grave damage to ecosystems, and of non-linear responses, are expected to increase rapidly”.

⁹⁴⁵ Cf. IPCC AR4 (2007) Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability: “Qualquer meta de estabilização das concentrações de CO₂ acima de 450 ppm tem uma probabilidade significativa de desencadear um evento climático de larga escala” (“Any CO₂ stabilisation target above 450 ppm is associated with a significant probability of triggering a large-scale climatic event”).

⁹⁴⁶ Cf. Johan Rockström *et al.*, “A safe operating space for humanity”. *Nature*, 461, 24/9/2009, pp. 472-475; J. Rockström & Anders Wijkman, *Bankrupting Nature. Denying our Planetary Boundaries. A Report to the Club of Rome*, Londres, Routledge, 2012; Will Steffen *et al.* “Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet”. *Science*, 15/I/2015.

⁹⁴⁷ Cf. IPCC (AR6 WG1 2021), SPM, p. 9: “the next most recent warm period was about 125,000 years ago when the multi-century temperature [0.5°C to 1.5°C relative to 1850–1900] overlaps the observations of the most recent decade (medium confidence)”. Mas há substancial incerteza sobre a temperatura média global durante o Eemiano. Cf. Jeremy S. Hoffman *et al.*, “Regional and global sea-surface temperature during the last interglaciation”. *Science*, 20/I/2017: “reconstructions of LIG global temperature remain uncertain, with estimates ranging from no significant difference to nearly 2°C warmer than present-day temperatures”.

⁹⁴⁸ Cf. Matthäus Willeit *et al.*, “Mid-Pleistocene transition in glacial cycles explained by declining CO₂ and regolith removal”. *Science Advances*, 5, 4, 3/IV/2019: “Our results also support the notion that the current CO₂ concentration of more than 400 ppm is unprecedented over at least the past 3 Ma and that global temperature did not exceed the preindustrial value by more than 2°C during the Quaternary. In the context of future climate change, this implies that a failure in substantially reducing CO₂ emissions to comply with the Paris Agreement target of limiting global warming well below 2°C will not only bring Earth’s climate away from Holocene-like conditions but also push it beyond climatic conditions experienced during the entire current geological period”.

⁹⁴⁹ Cf. IPCC (AR6 WG I 2021), Summary for policymakers, p. 17: “The last time global surface temperature was sustained at or above 2.5°C higher than 1850–1900 was over 3 million years ago (medium confidence)”.

⁹⁵⁰ Cf. Timothy Lenton *et al.*, “Climate tipping points — too risky to bet against”. *Nature*, 575, 28/XI/2019, pp. 592-595: “The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) introduced the idea of tipping points two decades ago. At that time, these ‘large-scale discontinuities’ in the climate system were considered likely only if global warming exceeded 5 °C above pre-industrial levels. Information summarized in the two most recent IPCC Special Reports (published in 2018 and in September this year [2019]) suggests that tipping points could be exceeded even between 1 °C and 2 °C of warming”.

⁹⁵¹ Cf. Lenton *et al.*, cit. *Nature*, 27/XI/2019, p. 592: “We think that several cryosphere tipping points are dangerously close, but mitigating greenhouse-gas emissions could still slow down the inevitable accumulation of impacts and help us to adapt. Research in the past decade has shown that the Amundsen Sea embayment of West Antarctica might have passed a tipping point. (...) Models suggest that the Greenland ice sheet could be doomed at 1.5 °C of warming³, which could happen as soon as 2030”.

⁹⁵² Cf. Graham Readfern, “Climate crisis may have pushed world's tropical coral reefs to tipping point of 'near-annual' bleaching”. *The Guardian*, 31/III/2020.

⁹⁵³ Sobre o termo “elemento crítico”, veja-se o capítulo 3, seção 3.10 Amazônia, elemento crítico do sistema Terra. Cf. Timothy M. Lenton, Hermann Held, Elmar Kriegler, Jim W. Hall, Wolfgang Lucht, Stefan Rahmstorf & Hans Joachim Schellnhuber, “Tipping elements in the Earth's climate system”. *PNAS*, 12/II/2008, 105 (6) pp. 1786-1793.

⁹⁵⁴ Cf. Will Steffen *et al.*, “Trajectories of the Earth System in the Anthropocene”. *PNAS*, 9/VIII/2018: “A 2°C warming could activate important tipping elements, raising the temperature further to activate other tipping elements in a domino-like cascade that could take the Earth System to even higher temperatures”.

⁹⁵⁵ Cf. IPCC AR5 (2013), The Physical Science Basis (Working Group I), Capítulo 3, Observations: Ocean pages: “The strongest warming is found near the sea surface (0.11 [0.09 to 0.13]°C per decade in the upper 75 m between 1971 and 2010).

⁹⁵⁶ Cf. James Hansen & Makiko Sato, “Global Warming Acceleration”, Climate Science, Awareness and Solutions Program, Earth Institute, 14/XII/2020. Columbia University, 14/XII/2020.

<http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2020/20201214_GlobalWarmingAcceleration.pdf>.

⁹⁵⁷ Cf. Yangyang Xu, Veerabhadran Ramanathan & David G. Victor, “Global Warming will happen faster than we think”. *Nature*, 5/XII/2018.

⁹⁵⁸ Cf. Chi Xu *et al.*, “Future of the human climate niche”. 117, 21, *PNAS*, 26/V/2020, pp. 11350-11355: “All species have an environmental niche, and despite technological advances, humans are unlikely to be an exception. (...) For millennia, human populations have resided in the same narrow part of the climatic envelope available on the globe, characterized by a major mode around ~11 °C to 15 °C mean annual temperature. We show that in a business-as-usual climate change scenario, the geographical position of this temperature niche is projected to shift more over the coming 50 years than it has moved since 6000 BP. (...) One third of the global population is projected to experience a mean annual temperature >29 °C currently found in only 0.8% of the Earth's land surface, mostly concentrated in the Sahara”.

Notas do Capítulo 8

⁹⁵⁹ A pesquisa IPSOS entrevistou uma amostra internacional de 16.039 adultos de 18 a 64 anos nos EUA e Canadá e de 16 a 64 anos em todos os outros países. Aproximadamente mais de 1.000 indivíduos participaram país a país por meio do Painel Online Ipsos, com exceção da Argentina, Bélgica, Polônia, Rússia, África do Sul, Coreia do Sul, Suécia e Turquia, onde cada um tem uma amostra de aproximadamente 500 ou mais.

⁹⁶⁰ Veja-se, por exemplo, Tami Luhby, “Many Millennials are worse off than their parents – a first in American History”. *CNN*, 11/I/2020; Michelle Fox, “A Majority of Americans think children will be financially worse off than their parentes, survey finds”. *CNBC*, 21/VII/2021; Klaus Schwab, “Young people are right to be angry, and they deserve seats at the table”. *World Economic Forum*, 31/I/2020.

⁹⁶¹ Cf. Fundada por Ralph Raico, a revista *New Individualist Review. A Journal of Classical Liberal Thought*, foi publicada entre 1961 e 1968. Ao escrever a Introdução do *reprint* dessa revista, em 1981, Friedman declarou que seus artigos “remain timely and relevant”. Cf. M. Friedman, “Introduction”. In *New Individualist Review*, Indianapolis, Liberty Press, 1981, pp. ix-xiv; L. Marques, *Capitalismo e colapso Ambiental*, cit. (2018), capítulo 12, seção 12.2 Milton Friedman e a moral corporativa.

⁹⁶² “Quem é a sociedade? Não há algo assim. Há indivíduos, homens e mulheres, e há famílias e nenhum governo pode fazer algo senão através das pessoas e estas olham para si mesmas em primeiro lugar”. (“Who is society? There is no such thing! There are individual men and women and there are families and no government can do anything except through people and people look to themselves first”). Cf. M. Thatcher (1987), “Interview for ‘Woman's Own’ (“No Such Thing as Society”).” in Margaret Thatcher Foundation: Speeches, Interviews and Other Statements. Londres. Para a permanência dessa ideologia cf. Samuel Brittan, “Thatcher was right – there is no ‘society’.” *Financial Times*, 18/IV/2013.

⁹⁶³ Cf. L. Marques, “Negação da ciência ganha força em nacionalismo que une esquerda e direita”. *Folha de São Paulo*, 6/I/2019.

⁹⁶⁴ Cf. Pankaj Mishra, *Age of Anger: A History of the Present*. Nova Déli, Juggernaut Books, 2017.

⁹⁶⁵ Cf. IPCC AR6 WG II, SPM, pp. 7-8: “Human-induced climate change, including more frequent and intense extreme events, has caused widespread adverse impacts and related losses and damages to nature and people, beyond natural climate variability (...) The rise in weather and climate extremes has led to some irreversible impacts as natural and human systems are pushed beyond their ability to adapt. (high confidence)”.

⁹⁶⁶ Cf. Human cost of disasters. An overview of the last 20 years (2000-2019)”. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED & United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR, 2020: “Extreme events such as floods, storms, heatwaves, droughts and wildfires accounted for almost 91% of all the natural disasters recorded in the last 20 years”.

⁹⁶⁷ Cf. “More than 7,000 extreme weather events recorded since 2000, says UN”: “If this level of growth in extreme weather events continues over the next 20 years, the future of mankind looks very bleak indeed. Heatwaves are going to be our biggest challenge in the next 10 years, especially in the poor countries”.

⁹⁶⁸ Cf. “Scientific Outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change”. Junho de 2021. <https://www.ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_scientific_outcome.pdf>: “Climate and biodiversity are inextricably connected with each Other and with human futures”.

⁹⁶⁹ Cf. United Nations, “Africa’s Sahel region facing ‘horrendous food crises’”, 16/II/2022.

⁹⁷⁰ Cf. Leon Usigbe, “Drying Lake Chad Basin gives rise to crisis”. *Africa Renewal*, ONU, 24/XII/2019: “Now 2.3 million people across the region are displaced; over 5 million are struggling to access enough food to survive; and half a million children are suffering from severe acute malnutrition”.

⁹⁷¹ Cf. *Climate Change in Central America. Potential Impacts and Public Policy Options*. Cepal, 2018.

<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39150/7/S1800827_en.pdf>.

⁹⁷² Cf. IPCC, AR6, WG II, Capítulo 2 - Terrestrial and Freshwater Ecosystems and their Services, p. 55: “the burned area for Portugal in 2017 was the highest in the period 1980-2017”.

⁹⁷³ Cf. “Dia Mundial de Combate à Desertificação e à Seca: 66% do território nacional em perigo”. Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental. Nações Unidas.

⁹⁷⁴ Cf. Laura Martin Sanjuan, “El problema de la desertificación em España se agudiza”. *AS Actualidad*, 25/VIII/2021.

⁹⁷⁵ Cf. Kira Hoffmeyer, “How the Great Salt Lake lakebed could contribute to pollution”. *KSL*, 19/IV/2022.

⁹⁷⁶ Cf. Thomas Piketty, *Une brève histoire de l'égalité*. Paris, Seuil, 2021: “il existe un mouvement de long terme allant vers davantage d'égalité sociale, économique et politique au cours de l'histoire”.

⁹⁷⁷ Cf. “The State of Tax Justice 2021”. Novembro de 2021. Global Alliance for Tax Justice, Public Services International & Tax Justice Network; Richard Murphy, “Fiscal Paradise or Tax on Development?”. Tax Justice Network

<https://www.taxjustice.net/cms/upload/pdf/Fiscal_paradise.pdf>.

<https://taxjustice.net/wp-content/uploads/2021/11/State_of_Tax_Justice_Report_2021_ENGLISH.pdf>.

⁹⁷⁸ Veja-se <<https://wid.world/>>.

⁹⁷⁹ Cf. World Inequality Report 2020. Executive Summary: “The richest 10% of the global population currently takes 52% of global income, whereas the poorest half of the population earns 8.5% of it. (...) Global wealth inequalities are even more pronounced than income inequalities. The poorest half of the global population barely owns any wealth at all, possessing just 2% of the total. In contrast, the richest 10% of the global population own 76% of all wealth”.

<<https://wir2022.wid.world/executive-summary/>>.

⁹⁸⁰ Cf. ONU, Department of Economic and Social Affairs, “World Social Report 2020. Inequality in a Rapidly Changing World”, p. 3: “Income inequality has increased in most developed countries and in some middle-income countries, including China and India, since 1990. Countries where inequality has grown are home to more than two thirds (71%) of the world population. (...) The share of income going to the richest 1% of the population increased in 59 out of 100 countries with data from 1990 to 2015. (...) The average income of people living in Northern America is 16 times higher than that of people in sub-Saharan Africa, for example.”

<<https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/02/World-Social-Report2020-FullReport.pdf>>.

⁹⁸¹ Cf. “Nearly Half the World Lives on Less than \$ 5.50 a Day”. The World Bank, 17/X/2018: “Over 1.9 billion people, or 26.2 percent of the world’s population, were living on less than \$3.20 per day in 2015. Close to 46 percent of the world’s population was living on less than \$5.50 a day”.

⁹⁸² Cf. Anthony Shorrocks, James Davies & Rodrigo Lluberas, *Global Wealth Report 2021*. Crédit Suisse Research Institute, Junho de 2021, p. 17.

⁹⁸³ Oxfam, *Time to care*, Janeiro de 2020.

<<https://oxfamilibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/620928/bp-time-to-care-inequality-200120-en.pdf>>.

⁹⁸⁴ Cf. The Inclusive Development Index 2018. Summary and Data Highlights, 2018. World Economic Forum, p. 4: “Income inequality has risen or remained stagnant in 20 of the 29 advanced economies, and poverty has increased in 17”.

⁹⁸⁵ Cf. Paul Buchheit, “Yes, Deniers, Millions of Americans are Among the Poorest People in the World”. *Common Dreams*, 12/II/2018: “According to Crédit Suisse data over the past three years, anywhere from 4 to 10 percent of the world’s poorest decile are Americans. That’s 20 to 50 million adults”.

⁹⁸⁶ Cf. H. Luke Shaefer & Kathryn Edin, “Extreme Poverty in the United States, 1996 to 2011”. National Poverty Center, 28/II/2012: “The number of families living on \$2 or less per person per day for at least a month in the USA has more than doubled in 15 years to 1.46 million. That’s up from 636,000 households in 1996”.

⁹⁸⁷ Cf. Philip Alston, “Statement on Visit to the USA”. United Nations Human Rights. Office of the High Commissioner, 15/XII/2017; Philip Alston, “Extreme poverty in America: read the UN special monitor’s report”. *The Guardian*, 15/XII/2017
<<https://www.ohchr.org/EN/NewsEvents/Pages/DisplayNews.aspx?NewsID=22533&LangID=E>>.

⁹⁸⁸ Cf. Merryl Cornfield, “U.S. surpasses record 100,000 overdose deaths in 2021”. *The Washington Post*, 11/V/2022; Orman Trent Hall *et al.*, “Unintentional Drug Overdose Mortality in Years of Life Lost Among Adolescents and Young People in the US From 2015 to 2019”. *JAMA (The Journal of American Medicinal Association)*, 176, 4, 31/I/2022.

⁹⁸⁹ Cf. “Adult Obesity Facts. Obesity is a common, serious, and costly disease”. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2019; “The State of Obesity 2020: Better Policies for a Healthier America”. Trust for America’s Health. <<https://www.tfah.org/report-details/state-of-obesity-2020/>>.

⁹⁹⁰ Cf. Philip Alston, “Statement on visit to the USA”. cit. (2017): “In September 2017, more than one in every eight Americans were living in poverty (40 million, equal to 12.7% of the population). And almost half of those (18.5 million) were living in deep poverty, with reported family income below one-half of the poverty threshold”.

⁹⁹¹ Cf. Gaël Giraud, “L’effet ‘reine rouge’: l’économie face aux contraintes physiques et énergétiques d’un monde aux dimensions finies” <<https://www.youtube.com/watch?v=n3LyVbGUFu4>>.

⁹⁹² Cf. Lucas Chancel, *Climate Change and the Global Inequality of Carbon Emissions, 1990 - 2020*. World Inequality Lab, Outubro de 2021.

⁹⁹³ Cf. Chancel, cit. (2021), p. 3: “While governments officially report carbon emitted within their own territory, they do not produce systematic data on the carbon imported in goods and services to sustain living standards in their country. Factoring-in these emissions (as we do in this study), increases European emission levels by around 25% and reduce reported emissions in China and Sub-Saharan Africa by around 10% and 20%, respectively”.

⁹⁹⁴ Cf. World Social Report 2020, cit. (2020), p. 7: “The ratio between the income of the richest and poorest 10 per cent of the global population is 25 per cent larger than it would be in a world without global warming”.

⁹⁹⁵ Cf. *The Circularity Gap Report*, 2020, cit.: “For the first time in history, more than 100 billion tonnes of materials are entering the global economy every year”.

⁹⁹⁶ Cf. Daniel Hoornweg, Perinaz Bhada-Tata & Chris Kennedy, “Environment: Waste production must peak this century”. *Nature*, 30/X/2013.

⁹⁹⁷ Cf. “Solid Waste Management”. World Bank, 11/II/2022: “Around the world, waste generation rates are rising. In 2016, the worlds’ cities generated 2.01 billion tons of solid waste, amounting to a footprint of 0.74 kilograms per person per day. With rapid population growth and urbanization, annual waste generation is expected to increase by 70% from 2016 levels to 3.40 billion tons in 2050”.

⁹⁹⁸ Cf. Silpa Kaza *et al.*, *What a waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank Group, 2018, p. 3: “Worldwide, waste generated per person per day averages 0.74 kilogram but ranges widely, from 0.11 to 4.54 kilograms”.

⁹⁹⁹ Cf. PNUMA (UNEP), “Solid Waste Management”: “Every year, an estimated 11.2 billion tonnes of solid waste is collected worldwide and decay of the organic proportion of solid waste is contributing about 5 per cent of global greenhouse gas emissions”.

¹⁰⁰⁰ Cf. *The Circularity Gap Report*, 2020, cit.: “For the first time in history, more than 100 billion tonnes of materials are entering the global economy every year”.
<https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/5e26ead616b6d1d157ff4293_20200120%20-%20CGR%20Global%20-%20Report%20web%20single%20page%20-%202021x297mm%20-%20compressed.pdf>.

¹⁰⁰¹ Cf. Emily Elhacham *et al.*, “Global human-made mass exceeds all living biomass”. *Nature*, 588, 9/XII/2020, pp. 442-444: “We find that Earth is exactly at that crossover point; in the year 2020 (+/- 6), the anthropogenic mass, which has recently doubled every 20 years, will surpass all global living mass. On average, for each person on the globe, anthropogenic mass equal to more than his or her bodyweight is produced every week. (...) Similarly, we show that the global mass of produced plastic is greater than the overall mass of all terrestrial and marine animals combined”.

¹⁰⁰² Cf. USGS, “How many pounds of minerals are required by the average person in a year?”. Baseado em Mineral Education Coalition, 2021: “To maintain our standard of living, each person in the United States requires over 40,630 pounds of minerals each year” <<https://www.usgs.gov/faqs/how-many-pounds-minerals-are-required-average-person-year>>.

¹⁰⁰³ Veja-se <<https://www.youtube.com/watch?v=ZyhrYis509A>>.

¹⁰⁰⁴ Cf. Chunyan Wang *et al.*, “Critical review of global plastics stock and flow data”. *Journal of Industry ecology*, 25, 5, 9/IV/2021, pp. 1300 - 1317.

¹⁰⁰⁵ Cf. James Bruggers, “Booming Plastics Industry Faces Backlash as Data About Environmental Harm Grows”. Inside Climate News, 24/I/2020. Baseado em IHS Markit & ICN Research.
<<https://insideclimatenews.org/news/24012020/plastics-marine-oceans-climate-change-oil-gas-carbon-emissions/>>

¹⁰⁰⁶ Cf. Roland Geyer, Jenna R. Jambeck e de Kara Lavender Law, “Production, use, and fate of all plastics ever made”. *Science Advances*, 3, 7, 19/VII/2017. Veja-se também PNUMA, *Single-use plastic. A road for sustainability*, 2018.

¹⁰⁰⁷ Cf. Damian Carrington, Plastic pollution discovered at deepest point of ocean”. *The Guardian*, 20/XII/2018; Idem, “Microplastic pollution found near summit of Mount Everest”. *The Guardian*, 20/XI/2020.

¹⁰⁰⁸ Cf. Lisa Anne, Steven Feit *et al.*, “Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet”. Center for International Environmental Law (CIEL) e outras organizações, maio de 2019.
<<https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>>.

¹⁰⁰⁹ Cf. Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr & Garam Bel, *Global E-Waste Monitor 2020*. United Nations University (UNU), The International Telecommunication Union (ITU) & The International Solid Waste Association (ISWA), 2/VII/2020: “In 2019, the world generated a striking 53.6 Mt of e-waste, an average of 7.3 kg per capita. The global generation of e-waste grew by 9.2 Mt since 2014 and is projected to grow to 74.7 Mt by 2030 – almost doubling in only 16 years”.

¹⁰¹⁰ Cf. EPA, TSCA Chemical Substance Inventory <<https://www.epa.gov/tsca-inventory/about-tsca-chemical-substance-inventory>>.

¹⁰¹¹ Cf. David R. Boyd & Marcos Orellana, “The right to a clean, healthy and sustainable environment: non-toxic environment”. Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment, UN Human Rights Council. Fevereiro de 2022: “The toxification of planet Earth is intensifying. While a few toxic substances have been banned or are being phased out, the overall production, use and disposal of hazardous chemicals continues to increase rapidly. Hundreds of millions of tons of toxic substances are released into air, water and soil annually. Production of chemicals doubled between 2000 and 2017, and is expected to double again by 2030 and triple by 2050, with the majority of growth in non-members of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)”.

¹⁰¹² Cf. Boyd & Orellana, cit. (2022): “Today, a sacrifice zone can be understood to be a place where residents suffer devastating physical and mental health consequences and human rights violations as a result of living in pollution hotspots and heavily contaminated áreas”.

¹⁰¹³ Cf. Special Report. The Polluter Pays Principle: Inconsistent application across EU environmental policies and actions. Luxemburgo, julho de 2021.

<https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_12/SR_polluter_pays_principle_EN.pdf>.

¹⁰¹⁴ Cf. Al Shaw & Lylla Younes, “The Most Detailed Map of Cancer-Causing Industrial Air Pollution in the U.S.”. *ProPublica*, 2/XI/2021, atualizado em 15/III/2022; Adrienne Matei, “What are sacrifice zones and why do some Americans live in them”. *The Guardian*, 16/XI/2021.

¹⁰¹⁵ Cf. Julian Cribb, *Surviving the 21st Century*, Springer 2017: “Earth, and all life on it, are being saturated with man-made chemicals in an event unlike anything which has occurred in all four billion years of our planet’s story”.

¹⁰¹⁶ Cf. “Scientists categorize Earth as a toxic planet”. *Phys.org*, 7/II/2017. Veja-se também André Cicoella, *Toxique planète. Le scandale invisible des maladies chroniques*, Paris: Seuil, 2013.

¹⁰¹⁷ Cf. Annette Peters, Tim S. Nawrot & Andrea A. Baccarelli, “Hallmarks of environmental insults”. *Cell*, 184, 6, 18/III/2021, pp. 1455-1468: “Since 1950, more than 140,000 new chemicals and pesticides have been synthesized, and often, their impact on health is largely unknown”

¹⁰¹⁸ Cf. Graham Lawton, “Our world against us”. *New Scientist*, 29/I/2022, pp. 44-47.

¹⁰¹⁹ Cf. Peters, Nawrot & Baccarelli, cit. (2021): “The ability to respond to oxidative stress has been identified as a central determinant of aging and longevity and is implicated in many diseases in humans including cancer, atherosclerosis, and related cardiovascular diseases, respiratory diseases, and neurological diseases”.

¹⁰²⁰ Idem, p. 1463: “The brain is particularly vulnerable to neurotoxic chemicals throughout the life course that impair development and programming of the brain, hinder functional maturation, and trigger adult neurological diseases and neurodegeneration. Industrial pollutants induce a substantial health burden via reduced intelligence quotient points, altered behavior, and induction of neurodegenerative diseases later in life. For at least eleven chemicals (lead, methylmercury, polychlorinated biphenyls, arsenic, toluene, manganese, fluoride, chlorpyrifos, dichlorodiphenyltrichloroethane, tetrachloroethylene, and the polybrominated diphenyl ethers), neurotoxicity is clearly documented”.

¹⁰²¹ Cf. Robert H. Lustig *et al.*, “Obesity I: Overview and molecular and biochemical mechanisms”; Jerrold J. Heindel *et al.*, “Obesity II: Establishing causal links between chemical exposures and obesity”; Christopher D. Kassotis *et al.*, “Obesity III: Obesogen assays: Limitations, strengths, and new directions”. *Biochemical Pharmacology*, 199, maio de 2022.

¹⁰²² Cf. Richard Fuller *et al.*, “Pollution and health: a progress update”. *Lancet Planet Health*, 17/V/2022.

¹⁰²³ Cf. Annette Prüss-Ustün *et al.*, *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. World Health Organization, 2016.

¹⁰²⁴ Cf. Philip J. Landrigan *et al.*, “The Lancet Commission on pollution and health”, 391, 10119, 3/II/2018: “Diseases caused by pollution were responsible for an estimated 9 million premature deaths in 2015—16% of all deaths worldwide—three times more deaths than from AIDS, tuberculosis, and malaria combined and 15 times more than from all wars and other forms of violence. In the most severely affected countries, pollution-related disease is responsible for more than one death in four”.

¹⁰²⁵ Cf. A. Prüss-Ustün, J. Wolf, C. Corvalán, R. Bos & M. Neira, “Preventing disease through healthy environments A global assessment of the burden of disease from environmental risks”. World Health Organization, 2016, p. xv.

¹⁰²⁶ Cf. OMS, “Billions of people still breathe unhealthy air: new WHO data”, 4/IV/2022: “Almost the entire global population (99%) breathes air that exceeds WHO air quality limits, and threatens their health”.

¹⁰²⁷ Cf. Joss Lelieveld *et al.*, “Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective”. *Cardiovascular Research*, 116, 11, 1/IX/2020, pp. 1910–1917: “Global excess mortality from all ambient air pollution is estimated at 8.8 (7.11–10.41) million/year, with a loss of life expectancy of 2.9 (2.3–3.5) years, being a factor of two higher than earlier estimates, and exceeding that of tobacco smoking”.

-
- ¹⁰²⁸ Cf. “New Study Shows Air Pollution Worse Than Scientists Thought”. BBC, 23/IX/2021: “Because of air pollution, the simple act of breathing contributes to 7 million deaths a year.”
- ¹⁰²⁹ Cf. Guomao Zheng *et al.*, “Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Breast Milk: Concerning Trends for Current-Use PFAS”. *Environmental Science & Technology*, 55, 11, 2021, 13/V/2021.
- ¹⁰³⁰ Cf. Nadia Kounang, “What are PFAS chemicals, and what are they doing to our health?”. *CNN*, 14/II/2019; Tom Perkins, “Study finds alarming levels of ‘forever chemicals’ in US mothers’ breast milk”. *The Guardian*, 13/V/2021.
- ¹⁰³¹ Cf. Heather A. Leslie *et al.*, “Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood”. *Environment International*, 24/II/2022: “It is scientifically plausible that plastic particles may be transported to organs via the bloodstream”.
- ¹⁰³² Cf. Leslie *et al.*, cit. (2022): “If plastic particles present in the bloodstream are indeed being carried by immune cells, the question also arises, can such exposures potentially affect immune regulation or the predisposition to diseases with an immunological base?”.
- ¹⁰³³ Cf. Philipp Schwabl *et al.*, “Assessment of microplastic concentrations in human stool”. *United European Gastroenterology (UEG)*, 23/X/2018: “More than 50% of the world population might have microplastics in their stool”.
- ¹⁰³⁴ Cf. Kieran D. Cox *et al.*, “Human Consumption of Microplastics”. *Environmental Science and Technology*, 53, 2019, 7068-7074.
- ¹⁰³⁵ Cf. “Raw Materials in Mobile Phones: Our Work with Students”. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), 1/VII/2015.
- ¹⁰³⁶ Cf. Kyle Wiens, entrevista a Wastewise: “It’s over 500 pounds of raw material to make a smartphone”, 21/II/2018. <<https://wastewise.be/2018/04/over-500-pounds-raw-material-used-make-smartphone-kyle-wiens/#.YjPjXrMLIU>>
- ¹⁰³⁷ Cf. Manivannan Senthil Velmurugan, “Environmental Hazards and Health Risks Associated with the Use of Mobile Phones”. *Journal of Green Engineering*, 2/V/2016.
- ¹⁰³⁸ Cf. Cribb, cit. (2017).
- ¹⁰³⁹ Cf. Wolfgang Boedeker *et al.*, “The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review”. *BMC Public Health*, 20, 1875, 2020: “Approximately 740,000 annual cases of unintentional acute pesticide poisoning (UAPP) were reported by the extracted publications resulting from 7446 fatalities and 733,921 non-fatal cases. On this basis, we estimate that about 385 million cases of UAPP occur annually world-wide including around 11,000 fatalities. Based on a worldwide farming population of approximately 860 million this means that about 44% of farmers are poisoned by pesticides every year”.
- ¹⁰⁴⁰ Cf. *Pesticide-Induced Diseases Database, Beyond Pesticides*: “asthma, autism and learning disabilities, birth defects and reproductive dysfunction, diabetes, Parkinson’s and Alzheimer’s diseases, and several types of cancer. Their connection to pesticide exposure continues to strengthen despite efforts to restrict individual chemical exposure or mitigate chemical risks, using risk assessment-based policy”. <<https://www.beyondpesticides.org/resources/pesticide-induced-diseases-database/overview>>.
- ¹⁰⁴¹ Cf. Larissa Mies Bombardi, *Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia*, Laboratório de Geografia Agrária, FFLCH/USP, Novembro, 2017; L. Marques, “Atlas do envenenamento alimentar no Brasil”. *Jornal da Unicamp*, 7/XII/2017.
- ¹⁰⁴² Cf. André Cabette Fábio, Hélien Freitas e Ana Aranha, “Brasil é 2º maior comprador de agrotóxicos proibidos na Europa, que importa alimentos produzidos com estes químicos”. Agência Pública/Repórter Brasil, 10/IX/2020.
- ¹⁰⁴³ Cf. Boyd & Orellana, cit. (2022), p. 6. Veja-se também Swagata Sarkar *et al.*, *The Use of Pesticides in Developing Countries and Their Impact on Health and the Right to Food*. Bruxelas, União Europeia, 2021.
- ¹⁰⁴⁴ Cf. Paula Cuenca, “Paraquat: Anvisa confirma proibição de uso e venda a partir de 22 de setembro”. Canal Rural, 15/IX/2020.
- ¹⁰⁴⁵ Cf. WHO Report on cancer. Setting priorities, investing wisely and providing care for all. 2/II/2020. <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240001299>>.
- ¹⁰⁴⁶ Rui-Mei Feng *et al.*, “Current cancer situation in China: good or bad news from the 2018 Global Cancer Statistics?” *Cancer Communications*, 39, 2019: “It has been estimated that about 40% of risk factors are attributed to environmental and lifestyle conditions which can be preventable in both China or in other developed countries.”
- ¹⁰⁴⁷ Cf. WHO Report on cancer (cit.), 2/II/2020: “The most frequently diagnosed cancer is lung cancer (11.6% of all cases), followed by female breast (11.6%) and colorectal cancers (10.2%). Lung cancer is the leading cause of death from cancer (18.4% of all deaths), followed by colorectal (9.2%) and stomach cancers (8.2%)”.
- ¹⁰⁴⁸ Cf. American Association for Cancer Research (AACR), “Air Pollution May be Associated With Many Kinds of Cancer”: “It’s no surprise that air pollution has been linked with lung cancer. A new study suggests that pollution is also associated with increased risk of mortality for several other types of cancer, including breast, liver and pancreatic cancer”. <<https://www.aacr.org/patients-caregivers/progress-against-cancer/air-pollution-associated-cancer/#:~:text=Researchers%20urge%20better%20regulation%20to,%2C%20liver%2C%20and%20pancreatic%20cancer>>.
- ¹⁰⁴⁹ O estudo em questão foi publicado por Chit Ming Wong *et al.*, “Cancer Mortality Risks from Long-term Exposure to Ambient Fine Particle”. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 1/V/2016.
- ¹⁰⁵⁰ Cf. AACR (cit.): “For every 10 microgram per cubic meter (µg/m³) of increased exposure to PM_{2.5}, risk of dying from any cancer rose by 22 percent. For cancers of the upper digestive tract, the mortality risk was 42 percent higher. For cancers of the accessory digestive organs, which include the liver, bile ducts, gall bladder, and pancreas, the

mortality risk was 35 percent higher. For breast cancer, the mortality risk was 80 percent higher. And for lung cancer, the mortality risk was 36 percent higher. All figures are per 10 µg/m³ increased exposure to PM_{2.5}".

¹⁰⁵¹ Cf. Kurt Straif, Aaron Cohen & Jonathan Samet (eds.), *Air Pollution and Cancer*. IARC Scientific Publication no. 161, 2013, IARC & OMS: "The precise chemical and physical features of ambient air pollution, which comprise a myriad of individual chemical constituents, vary around the world due to differences in the sources of pollution, climate, and meteorology, but the mixtures of ambient air pollution invariably contain specific chemicals known to be carcinogenic to humans. Recent estimates suggest that the disease burden due to air pollution is substantial. Exposure to ambient fine particles (PM_{2.5}) was recently estimated to have contributed 3.2 million premature deaths worldwide in 2010".

¹⁰⁵² Cf. Shang-Shyuei Tsai *et al.*, "Association between fine particulate air pollution and the risk of death from lung cancer in Taiwan". *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A – Current Issues*, 85, 10, 2022.

¹⁰⁵³ Cf. Dean Schraufnager *et al.*, "Air Pollution and Noncommunicable Diseases. A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution; Part 2: Air Pollution and Organ Systems". *Chest Journal*, 155, fevereiro 2022. Esses trabalhos foram repercutidos por Damian Carrington, "Revealed: air pollution may be damaging 'every organ in the body'". *The Guardian*, 17/V/2019.

¹⁰⁵⁴ Cf. Damian Carrington, "Revealed: air pollution may be damaging 'every organ in the body'". *The Guardian*, 17/V/2019: "I wouldn't be surprised if almost every organ was affected. If something is missing [from the review] it is probably because there was no research yet."

¹⁰⁵⁵ Cf. Thomas W. Teasdale & David R. Owen, "A long-term rise and recent decline in intelligence test perform: The Flynn Effect in reverse". *Personality and Individual Differences*, 39, 2005, pp. 837-843.

¹⁰⁵⁶ Cf. Philip J. Landrigan, Luca Lambertini & Linda S. Birnbaum, "A Research Strategy to Discover the Environmental Causes of Autism and Neurodevelopmental Disabilities". *Environmental Health Perspectives*, 120, 7, 1/VII/2012: "Autism, attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD), mental retardation, dyslexia, and other biologically based disorders of brain development affect between 400,000 and 600,000 of the 4 million children born in the United States each year. The Centers for Disease Control and Prevention (CDC) has reported that autism spectrum disorder (ASD) now affects 1.13% (1 of 88) of American children (CDC 2012) and ADHD affects 14% (...) Prospective studies (...) have linked autistic behaviors with prenatal exposures to the organophosphate insecticide chlorpyrifos and also with prenatal exposures to phthalates. Additional prospective studies have linked loss of cognition (IQ), dyslexia, and ADHD to lead, methyl-mercury, organophosphate insecticides, organo-chlorine insecticides, polychlorinated biphenyls, arsenic, manganese, polycyclic aromatic hydrocarbons, bisphenol A, brominated flame retardants, and perfluorinated compounds. Toxic chemicals likely cause injury to the developing human brain either through direct toxicity or interactions with the genome".

¹⁰⁵⁷ Cf. Ondine S. von Ehrenstein *et al.*, "Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study". *British Medical Journal*, 364, 2019: "Prenatal or infant exposure to a priori selected pesticides – including glyphosate, chlorpyrifos, diazinon, and permethrin – were associated with increased odds of developing autism spectrum disorder. Exposure of pregnant women and infants to ambiente pesticides with a potential neurodevelopmental toxicity mode of action should be avoided as a preventive measure Against autism spectrum disorder".

¹⁰⁵⁸ Cf. Hagai Levine *et al.*, "Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regressions analysis". *Human Reproduction Update*, 2017, pp. 1-14; L. Marques, "Declínio da fertilidade masculina. Um caso ainda pouco estudado de suicídio ecológico". *Jornal da Unicamp*, 14/V/2018.

¹⁰⁵⁹ Cf. Shanna Swan, com a colaboração de Stacey Colino, *Count Down: How Our Modern World Is Threatening Sperm Counts, Altering Male and Female Reproductive Development, and Imperiling the Future of the Human Race*. Nova York, 2020: This much is clear: The problem isn't that something is inherently wrong with the human body as it has evolved over time; it's that chemicals in our environment and unhealthy lifestyle practices in our modern world are disrupting our hormonal balance, causing varying degrees of reproductive havoc that can foil fertility and lead to long-term health problems even after one has left the reproductive years. Similar effects are occurring among other species, adding up to widespread reproductive shock. (...) It's not only that sperm counts have plummeted by 50% in the last forty years; it's also that this alarming rate of decline could mean the human race will be unable to reproduce itself if the trend continues".

¹⁰⁶⁰ O conceito de limite planetário foi introduzido por Johan Rockström *et al.*, "A safe operating space for humanity". *Nature*, 461, 24/IX/2009, pp. 472-475 e Johan Rockström & Anders Wijkman, *Bankrupting Nature. Denying our Planetary Boundaries. A Report to the Club of Rome*, Londres, Routledge, 2012.

¹⁰⁶¹ Cf. Will Steffen *et al.*, "Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet". *Science*, 347, 6223, 13/II/2015: "The planetary boundary (PB) concept, introduced in 2009, aimed to define the environmental limits within which humanity can safely operate".

¹⁰⁶² Cf. Steffen *et al.*, cit. (2015): "A estrutura dos limites planetários não dita como as sociedades devem se desenvolver. Essas são decisões políticas que devem incluir a consideração das dimensões humanas, incluindo a equidade, não incorporadas no quadro dos limites planetários". ("The PB framework does not dictate how societies should develop. These are political decisions that must include consideration of the human dimensions, including equity, not incorporated in the PB framework").

¹⁰⁶³ Cf. Linn Persson *et al.*, "Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities". *Environmental Science & Technology*, 56, 18/I/2022, pp. 1510-1521: "We conclude that humanity is currently operating outside the planetary boundary based on the weight-of-evidence for several of these control variables. The

increasing rate of production and releases of larger volumes and higher numbers of novel entities with diverse risk potentials exceed societies' ability to conduct safety related assessments and monitoring. We recommend taking urgent action to reduce the harm associated with exceeding the boundary by reducing the production and releases of novel entities, noting that even so, the persistence of many novel entities and/or their associated effects will continue to pose a threat".

¹⁰⁶⁴ Persson *et al.*, cit. (2022): "new substances, new forms of existing substances and modified life forms", including "chemicals and 206th new types of engineered materials or organisms not previously known to the Earth system as well as naturally occurring elements (for example, heavy metals) mobilized by anthropogenic activities".

Notas do Capítulo 9

¹⁰⁶⁵ Cf. "Sustainability at the crossroads". *Nature*, Editorial, 21/XII/2021: "Democracy and multilateralism are in retreat, undermining the commitment needed to make progress on sustainability goals".

¹⁰⁶⁶ "Il n'y a pas de 'communauté internationale', mais un monde éclaté, concurrentiel, tourmenté, sans puissance hégémonique. Le Covid-19 a accéléré la désintégration des cadres multilatéraux classiques". *Le Monde*. Editorial, 16/V/2021.

¹⁰⁶⁷ Cf. Gro Harlem Brundtland, *Our Common Future*, 1987.

¹⁰⁶⁸ Citado por Pierre Le Hir, "Réchauffement climatique: la bataille des 2 °C est presque perdue". *Le Monde*, 31/XII/2017: "Je pense que nous ne pourrions pas nous adapter à un réchauffement de 3 °C et que nous vivrions des conflits majeurs".

¹⁰⁶⁹ Cf. "Remarks by the President at the Acceptance of the Nobel Peace Prize". Oslo, 10/XII/2009: "I – like any head of state – reserve the right to act unilaterally if necessary to defend my nation".

¹⁰⁷⁰ Cf. Craig Whitlock, *The Afghanistan Papers. A secret history of the war*. Simon & Schuster, 2021: "Over two decades, more than 775,000 U.S. troops deployed to Afghanistan. Of those, more than 2,300 died there and 21,000 came home wounded".

¹⁰⁷¹ Veja-se UCDP, Afghanistan: <<https://ucdp.uu.se/country/700>>.

¹⁰⁷² Cf. "Yemen could be 'worst famine in 100 years'". *BBC*, 15/X/2018: "I think many of us felt as we went into the 21st Century that it was unthinkable that we can see a famine like we saw in Ethiopia, that we saw in Bengal, that we saw in parts of the Soviet Union, that was just unacceptable. Many of us had confidence that would never happen again and yet the reality is that in Yemen that is precisely what we are looking at. We predict that we could be looking at 12 to 13 million innocent civilians who are at risk of dying from the lack of food".

¹⁰⁷³ Cf. "Yemen facing 'outright catastrophe' over rising hunger, warn UN humanitarians". UN News, 14/III/2022: "Today, more than 17.4 million Yemenis are food insecure; an additional 1.6 million "are expected to fall into emergency levels of hunger" in coming months, taking the total of those with emergency needs, to 7.3 million by the end of the year" <<https://news.un.org/en/story/2022/03/1113852>>.

¹⁰⁷⁴ Cf. P. S. Pinheiro, "Dez anos de guerra na Síria: ninguém tem as mãos limpas". *Revista Rosa*, s. 3, Abril de 2021.

¹⁰⁷⁵ Cf. Médecins sans frontières, "A decade of war in Syria: 10 years of increasing humanitarian needs". <<https://www.msf.org/decade-war-syria>>.

¹⁰⁷⁶ Veja-se <<https://peacekeeping.un.org/en/principles-of-peacekeeping>>.

¹⁰⁷⁷ Cf. Wolfgang Schreiber & Patricia Konrad, "Hamburger Arbeitsgemeinschaft Kriegsursachenforschung zieht Bilanz für 2020. Zwei neue Kriege in diesem Jahr". 14/XII/2020.

<<https://www.wiso.uni-hamburg.de/fachbereich-sowi/professuren/jakobeit/forschung/akuf/archiv/akuf-pressemitteilung-2020.pdf>>.

¹⁰⁷⁸ Citado por Bill McKibben, "Stop swooning over Justin Trudeau. The man is a disaster for the planet". *The Guardian*, 17/II/2017: "No country would find 173bn barrels of oil in the ground and just leave them there"

¹⁰⁷⁹ Cf. os verbetes "Batalhão de Azov" e "Grupo Wagner" do Wikipedia.

¹⁰⁸⁰ Cf. Sean Larson, "The Rise and Fall of the Second International". *Jacobin*, 14/VII/2017: "We gather here not under the banner of the tricolor or any other national colors, we gather here under the banner of the red flag, the flag of the international proletariat. Here you are not in capitalist France, in the Paris of the bourgeoisie. Here in this room you are in one of the capitals of the international proletariat, of international socialism".

¹⁰⁸¹ Cf. Michel Noblecourt, "Un siècle avant la guerre en Ukraine, la gauche se déchirait déjà sur le pacifisme". *Le Monde*, 7/IV/2022:

¹⁰⁸² Cf. Romain Rolland (1866-1944), "Au-dessus de la mêlée", *Journal de Genève*, 13/VIII/1914: "Cette élite intellectuelle, ces Eglises, ces partis ouvriers, n'ont pas voulu la guerre... Soit! Qu'ont-ils fait pour l'empêcher? Que font-ils pour l'atténuer? Ils attisent l'incendie. Chacun y porte son fagot".

¹⁰⁸³ Se Lênin ataca Karl Kautsky (1854-1938) tão ferozmente em 1918 é porque, tacitamente, reconhece sua posição de principal herdeiro teórico de Marx e de líder, ao menos até 1910, do mais importante partido da Segunda Internacional. Cf. Eric Blanc, "Why Kautsky Was Right (and Why You Should Care)". *Jacobin*, 2/IV/2019.

¹⁰⁸⁴ Cf. Immanuel Kant, "Ideia de uma história universal com um propósito cosmopolita" (*Idee zu einer allgemeinen Geschichte in weltbürgerlicher Absicht*, 1784), Proposição 7. Tradução portuguesa, Lisboa, Edições 70, 2008, pp. 19-37.

¹⁰⁸⁵ Cuba é, aqui, uma exceção. Não apenas não negou seu apoio aos movimentos revolucionários durante os anos 1960 e 1970, mas seu nacionalismo é de tipo verdadeiramente defensivo, haja vista o bloqueio e os contínuos ataques sofridos de parte das sucessivas administrações dos EUA.

¹⁰⁸⁶ Leon Sedov, *The Red Book on the Moscow Trials*, 1936

<<https://www.marxists.org/history/etol/writers/sedov/works/red/ch01.htm>>.

¹⁰⁸⁷ Cf. Global Peace Index 2020, *Measuring Peace in a Complex World*. Institute for Economics and Peace (IEP). Sidney, Junho de 2020: “The world is now considerably less peaceful than it was at the inception of the index. Since 2008 the average level of country peacefulness has deteriorated 3.76 per cent. There have been year on year deteriorations in peacefulness for nine of the last 12 years”.

<https://www.visionofhumanity.org/wp-content/uploads/2020/10/GPI_2020_web.pdf>.

¹⁰⁸⁸ Cf. SIPRI, “World military expenditure passes \$2 trillion for first time”, 25/IV/2022.

¹⁰⁸⁹ Cf. Sabir Shah, “The US Has Been at war for more than 92 percent of the time”. *International The News*, 9/I/2020.

¹⁰⁹⁰ Cf. L. Marques, *Capitalismo e colapso ambiental* (2015), Campinas, 3ª ed. 2018, capítulo 13 (seção 13.6 Tecnolatria, destino manifesto e distopia); Deborah Danowsky & Eduardo Viveiros de Casto, *Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins*, Rio de Janeiro, 2014.

¹⁰⁹¹ “Discurso de despedida à nação” (*farewell address to the nation*) proferido em 18 de janeiro de 1961. Cf. R. Higgs, “World War II and the Military-Industrial-Congressional Complex”, 1995, in *The Future Freedom Foundation*; Oliver Stone, Peter Kuznick, *The Untold History of the United States*. New York, Gallery Books, 2012, pp. 288-289.

¹⁰⁹² Cf. Aaron O’Neill, “United States’ share of global gross domestic product (GDP) adjusted for purchasing power parity (PPP) from 2016 to 2026”. Statista, 23/XI/2021.

¹⁰⁹³ Cf. Mike Patton, “U.S. National Debt Expected To Approach \$89 Trillion By 2029”. *Forbes*, 3/V/2021. Veja-se também o site U.S. Debt Clock <<https://www.usdebtclock.org/>>.

¹⁰⁹⁴ Cf. Michael Hudson, “The American Empire Self-Destructs, But Nobody Thought That It Would Happen This Fast”. *Counterpunch*, 8/III/2022.

¹⁰⁹⁵ Cf. Robert J. Gordon, *The Rise and Fall of the American Growth. The U.S. Standard of Living since the Civil War*. Princeton University Press, 2016, capítulo 18: “The combined effect of the four headwinds—inequality, education, demographics, and government debt—can be roughly quantified. But more difficult to assess are numerous signs of social breakdown in American society. Whether measured by the percentage of children growing up in a household headed by one parent instead of two, or by the vocabulary disadvantage of low-income preschool children, or by the percentage of both white and black young men serving time in prison, signs of social decay are everywhere in the America of the early twenty-first century”.

¹⁰⁹⁶ Cf. “AA+” para a Standard & Poor’s (desde 2011); “Aaa” para a Moody’s e “AAA” para a Fitch. Cf. Wikipedia, “List of countries by credit rating” <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_credit_rating>.

¹⁰⁹⁷ Cf. Karen Pierog, “S&P says U.S. risks severe downgrade but it expects debt ceiling fix”. *Reuters*, 30/IX/2021.

¹⁰⁹⁸ Cf. Patton, cit. (3/V/2021).

¹⁰⁹⁹ Cf. SIPRI Year Book 2020. Armaments, Disarmament and International Security, p. 3: “an unfolding crisis of arms control that has now become chronic, and increasingly toxic global geopolitics and regional rivalries”.

¹¹⁰⁰ Cf. Bojan Pancevski, “Germany to Raise Defense Spending Above 2% of its GDP in Response to Ukraine War”. *The Wall Street Journal*, 27/II/2022.

¹¹⁰¹ Cf. Denise Garcia, “Redirect military budgets to tackle climate change pandemics”. *Nature*, 20/VIII/2020: “Governments need to accept that their concept of national security sustained by a military–industrial complex is anachronistic and irrelevant. To recover from the costs of the pandemic, estimated at up to \$82 trillion over the next 5 years, they should instead focus their spending on stimulus packages for decarbonization, health, education and the environment. National security budgets should be ploughed into realizing the UN Sustainable Development Goals (SDGs) and the 2015 Paris agreement to avert dangerous climate change.”

¹¹⁰² Cf. Garcia, cit., 20/III/2020.

¹¹⁰³ Cf. Jordi Calvo Rufanges, “No Business Without Enemies: War and the Arms trade”. Centre Delàs d’Estudis per la Pau, 2021: “37 of the world’s main arms-manufacturing companies – the most important of which are Boeing, Honeywell, Lockheed Martin and General Dynamics – have received \$903 billion in funding from more than 500 banks in 50 countries. The main financial institutions involved in the arms trade are based in the US, France and the UK, and the top ten in the ranking of the main providers of finance to the industry worldwide are Vanguard, Black Rock, Capital Group, State Street, T. Rowe Price, Verisight, Bank of America, JP Morgan Chase, Wells Fargo and Citigroup” <<https://longreads.tni.org/stateofpower/no-business-without-enemies-war-and-the-arms-trade>>.

¹¹⁰⁴ Cf. Stuart Parkinson, “The carbon boot-print of the military”, *Responsible Science*, 2, 8/I/2020: “These emissions are only part of the story. We also need to count the carbon emissions of, for example, the arms industry that produces all the military equipment, the extraction of the raw materials used by this industry, and the impacts when the military equipment is used, i.e. in war. (...) Hence, we have a total of nearly 340 million tCO₂e for military-related carbon emissions for the USA, approximately 6% of the national total”.

¹¹⁰⁵ Cf. Deloitte, *2021 Aerospace and Defense Industry Outlook*, “The commercial aerospace sector has been significantly affected by the COVID-19 pandemic, which has led to a dramatic reduction in passenger traffic, in turn affecting aircraft demand. As a result, the commercial aerospace sector is expected to recover slowly, as travel demand is not expected to return to pre-COVID-19 levels before 2024.1 The defense sector is expected to remain

stable in 2021, as most countries have not significantly reduced defense budgets and remain committed to sustaining their military capabilities”

¹¹⁰⁶ Cf. “Founding Document: 1968 MIT Faculty Statement”: “Misuse of scientific and technical knowledge presents a major threat to the existence of mankind”. <<https://www.ucsusa.org/about/history/founding-document-1968-mit-faculty-statement>>.

¹¹⁰⁷ Cf. Rod Pidcock, “Science in the military”. *Science*, 2/XII/2011: “Some of those people are building robots. Others are remotely piloting underwater vehicles. According to experts interviewed by *Science Careers*, all share one characteristic: They are military first, scientists second. (...) Many senior military personnel say that a career as a military scientist can be more rewarding and offer better job security than a career as a civilian scientist.”

¹¹⁰⁸ Cf. Nedal F. Nassar *et al.*, “Evaluating the mineral commodity supply risk of the U.S. manufacturing sector”. *Science Advances*, 6, 8, 21/II/2020: “a subset of 23 commodities, including cobalt, niobium, rare earth elements, and tungsten, pose the greatest supply risk”.

¹¹⁰⁹ Cf. “Climate change recognized as ‘threat multiplier’, UN Security Council debates its impact on peace”. *UN News*, 25/II/2019.

¹¹¹⁰ “WMO addresses UN Security Council for first time”. WMO, 25/I/2019: “Climate change has a multitude of security impacts – rolling back the gains in nutrition and access to food; heightening the risk of wildfires and exacerbating air quality challenges; increasing the potential for conflict over water; leading to more internal displacement and migration”.

¹¹¹¹ Cf. “Secretary Kerry Participates in the UN Security Council Open Debate on Climate and Security”, 23/II/2021: “Nothing less than bold action in this decade can set the entire world on the path that we have confidence will get to net-zero emissions by 2050 – or earlier. (...) And sadly, not doing so will leave us in a position where we are – just by inadvertence, by lack of will, by lack of coming together – marching forward in what is almost tantamount to a mutual suicide pact.”

Veja-se: <<https://www.state.gov/secretary-kerry-participates-in-the-un-security-council-open-debate-on-climate-and-security/>>.

¹¹¹² “World risks ‘collapse of everything’ without strong climate action, Attenborough warns Security Council”, *UN News*, 23/II/2021: “I am not a politician, nor am I a diplomat. I speak as a member of the public, who listens to your deliberations and pronouncements with care and concern. We know that the security of the entire world depends on your decisions. (...) If we continue on our current path, we will face the collapse of everything that gives us our security. Food production, access to fresh water, habitable ambient temperature, and ocean food-chains. And if the natural world can no longer support the most basic of our needs, then much of the rest of civilization will quickly break down. Please, make no mistake: climate change is the biggest threat to security that modern humans have ever faced. I don’t envy you the responsibility that this places on all of you and your governments. Some of these threats will assuredly become reality within a few short years. Others could, in the lifetime of today’s young people, destroy entire cities and societies, even altering the stability of the entire world. Perhaps the most significant lesson brought by these last 12 months has been that we are no longer separate nations, each best served by looking after its own needs and security. We are a single, truly global species, whose greatest threats are shared and whose security must ultimately come from acting together, in the interest of us all. I do believe that if we act fast enough we can reach a new stable state. It will compel us to question our economic models and where we place value. (...) And through global cooperation, we may achieve far more than tackling climate change. We may finally create a stable, healthy world, where resources are equally shared. We may, for the first time in the entire history of humanity, come to know what it feels like to be secure”.

¹¹¹³ Cf. “Each Country’s Share of CO₂ Emissions”. Union of Concerned Scientists, 12/VIII/2010, atualizado em 14/I/2022: 29% (China) + 14% (EUA) + 5% (Rússia) + Reino Unido (1%) + França (1%) = 50%.

¹¹¹⁴ Michelle Nichols, “David Attenborough to U.N.: ‘Climate change a threat to global security, I don’t envy you’”. *Yahoo! News*, 23/II/2021: “We agree that climate change and environmental issues can exacerbate conflict. But are they really the root cause of these conflicts? There are serious doubts about this” China’s climate envoy Xie Zhenhua described climate change as a development issue. “Sustainable development holds the master key to solving all problems and eliminating the root causes of conflicts”.

¹¹¹⁵ Cf. Rachel Pannett, “Russia blocks U.N. move to treat climate change as a global security threat”. *The Washington Post*, 14/XII/2021: “Positioning climate change as a threat to international security diverts the attention of the council from genuine, deep-rooted reasons of conflict in the countries on the council’s agenda”.

¹¹¹⁶ Cf. Douglas Birch, “The U.S.S.R. and U.S. Came Closer to Nuclear War Than We Thought”. *The Atlantic*, 28/V/2013.

¹¹¹⁷ Cf. Dmitry D. Adamsky, “The 1983 Nuclear Crisis – Lessons for Deterrence Theory and Practice”. *Journal of Strategic Studies*, 36, 8/II/2013; Nate Jones, *Able Archer 83: The secret history of the NATO Exercise that Almost Triggered Nuclear War*. The New Press, 2016.

¹¹¹⁸ Cf. “To the Geneva Summit. Perestroika and the Transformation of U.S.-Soviet Relations”. National Security Archive Electronic Briefing Book No. 172. *The National Security Archive* 22/XI/2005: “Nuclear war cannot be won and must never be fought.”

¹¹¹⁹ Discurso de recepção do Prêmio Nobel da Paz de 1990, proferido por Mikhail Gorbachev em 5/VI/1991: “The Cold War is over. The risk of a global nuclear war has practically disappeared”.

¹¹²⁰ Cf. James M. Acton, “The U.S. Exit from the Anti-Ballistic Missile Treaty Has Fuelled a New Arms Race”. Carnegie Endowment for International Peace, 13/XII/2021.

- ¹¹²¹ Cf. Terence Neilan, "Bush Pulls Out of ABM Treaty; Putin Calls Move a Mistake". *The New York Times*, 13/XII/2001: "will alter the nature of the international strategic balance in freeing the hands of a series of countries to restart an arms buildup."
- ¹¹²² Cf. SIPRI Year Book 2020. Armaments, Disarmament and International Security.
- ¹¹²³ Cf. Eric Schlosser, "Dangers of the New Nuclear-Arms Race". *The New Yorker*, 24/V/2018.
- ¹¹²⁴ Cada uma das ogivas Trident tem a potência explosiva de 100 kt (quilatoneladas). Para contexto, a bomba de Hiroshima tinha cerca de 15 kt. Cf. Dan Sabbagh, "Capo n Trident nuclear warhead stockpile to rise by more than 40%". *The Guardian*, 15/III/2021.
- ¹¹²⁵ Cf. Alain Salles, "Poutine, Biden et le vase chinois". *Le Monde*, 18/VI/2021.
- ¹¹²⁶ Cf. Elisabeth Eaves, "Why is America getting a new \$100 billion nuclear weapon?" *Bulletin of the Atomic Scientists*, 8/II/2021.
- ¹¹²⁷ Cf. "Putin unveils new nuclear weapons". CBC News Washington, 2/III/2018. <<https://www.youtube.com/watch?v=X7bUHC4jAI0>>.
- ¹¹²⁸ Cf. "Why Do We Need a World if Russia Is Not In It?": State TV Presenter Opens Show With Ominous Address": "Our submarines are capable of launching over 500 nuclear warheads, which guarantees the destruction of the U.S. and all NATO countries. Why do we need a world if Russia is not in it?"
- ¹¹²⁹ Cf. "Russia-Ukraine war: Lavrov warns of risk of nuclear conflict". *Aljazeera*, 26/IV/2022: "I would not want to elevate those risks artificially. Many would like that. The danger is serious, real. And we must not underestimate it".
- ¹¹³⁰ Cf. "Poutine doit comprendre que l'Otan est aussi une alliance nucléaire", dit Le Drian". *Reuters*, 24/II/2022: "Je pense que Vladimir Poutine doit aussi comprendre que l'Alliance atlantique est une alliance nucléaire. Je n'en dirai pas plus".
- ¹¹³¹ Veja-se <<https://www.youtube.com/watch?v=QnN0v5xfyaU>>.
- ¹¹³² Cf. Mark Weisbrot, "Joe Biden championed the Iraq war. Will that come back to haunt him now? *The Guardian*, 18/II/2020.
- ¹¹³³ Cf. "List of foreign aid to Ukraine during the Russo-Ukrainian War". Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_foreign_aid_to_Ukraine_during_the_Russo-Ukrainian_War>.
- ¹¹³⁴ Citado em Justin McCurry, "China rattled by calls for Japan to host US nuclear weapons". *The Guardian*, 1/III/2022: "In Nato, Germany, Belgium, the Netherlands and Italy take part in nuclear sharing, hosting American nuclear weapons. We need to understand how security is maintained around the world and not consider it taboo to have an open discussion. We should firmly consider various options when we talk about how we can protect Japan and the lives of its people in this reality".
- ¹¹³⁵ Cf. Rupert Wingfield-Hayes, "Will Ukraine invasion push Japan to go nuclear?". *BBC*, 25/III/2022.
- ¹¹³⁶ Cf. Luiz Fernando Menezes, "O Brasil pode ter armas nucleares?". *Aos Fatos*, 17/V/2019.
- ¹¹³⁷ Cf. Giovanna Marinho, "Senado analisa projeto que pede a criação de bomba atômica brasileira". *Acrítica*, 9/XII/2020.
- ¹¹³⁸ O *Bulletin of the Atomic Scientists* foi fundado em 1945 por Albert Einstein e por cientistas da University of Chicago participantes do Manhattan Project. Dois anos mais tarde, o *Bulletin* criou o Doomsday Clock, buscando combinar o imaginário escatológico (o Dia do Juízo e a meia-noite) com a linguagem contemporânea da contagem regressiva. Quanto mais próximos os marcadores do relógio estão da meia-noite, mais iminentes e maiores, os riscos existenciais incorridos pela humanidade. O relógio é ajustado a cada ano pelo Science and Security Board do Bulletin, assessorado por 13 laureados com o Prêmio Nobel <<https://thebulletin.org/doomsday-clock/current-time/>>.
- ¹¹³⁹ Cf. Bulletin staff, "Doomsday Clock" Moves Two Minutes Closer To Midnight". *Bulletin of the Atomic Scientists*, 17/VII/2007: "The dangers posed by climate change are nearly as dire as those posed by nuclear weapons. The effects may be less dramatic in the short term than the destruction that could be wrought by nuclear explosions, but over the next three to four decades climate change could cause irremediable harm to the habitats upon which human societies depend for survival." O mesmo pronunciamento deste Bulletin acrescenta o alerta de Stephen Hawking: "As citizens of the world, we have a duty to alert the public to the unnecessary risks that we live with every day, and to the perils we foresee if governments and societies do not take action now to render nuclear weapons obsolete and to prevent further climate change."
- ¹¹⁴⁰ Citado por Dan Drollette Jr., "Climate Crisis: How long do we have?". *Bulletin of the Atomic Scientists*, 6/I/2017: "There is a lot of talk about the rise of China as a military power. Well, they're not gonna bomb their customers. The bigger threat is this climate threat. That's what could destroy civilization as we know it." Trata-se de uma passagem da entrevista concedida anteriormente por James Hansen à revista *Rolling Stones*.
- ¹¹⁴¹ "We're in a giant car heading towards a brick wall and everyone's arguing over where they're going to sit".

Notas do Capítulo 10

- ¹¹⁴² Citado por Chris Barrie, no Prólogo a David Spratt & Ian Dunlop, "Existential climate-related security risk: A scenario approach". Breakthrough. National Centre for Climate Restoration, Austrália, 2019: "It's not a technological or a scientific problem, it's a question of humanities' socio-political values... We need a social tipping point that flips our thinking before we reach a tipping point in the climate system".

¹¹⁴³ Cf. L. Marques, *Capitalismo e colapso ambiental* (2015), Editora da Unicamp, 2018³, Parte II: Três ilusões concêntricas, capítulos 12 a 14; edição inglesa, Springer, 2020.

¹¹⁴⁴ Os trabalhos de Gaston Bachelard (1884-1962) entre 1928 e 1938 tratam centralmente do interesse epistemológico do *erro* na história do pensamento científico, tal como o formula, malgrado suas diferenças internas, toda a epistemologia de matriz hegeliana, de Émile Meyerson (1859-1933) a Alexandre Koyré (1892-1964). Veja-se *Essai sur la Connaissance approchée*, Paris, 1928. Em "Idéalisme discursif." *Recherches philosophiques*, 1934/35, Paris, p. 21-29, republicado postumamente in G. Bachelard *Études*, Paris, Vrin 1970 (Apresentação de Georges Canguilhem, pp. 87-97). Na p. 89, o autor retoma a mesma reflexão: "O espírito sente-se feliz em duvidar; ele se instala na dúvida como em um método; ele pensa, destruindo; enriquece-se com seus abandonos. Toda reflexão sistemática decorre de um espírito de contradição, de uma malevolência em relação aos dados imediatos, de um esforço dialético para sair de seu próprio sistema" ("L'esprit est heureux de douter; il s'installe dans le doute comme dans une méthode; il pense en détruisant; il s'enrichit de ses abandonos. Toute réflexion systématique procède d'un esprit de contradiction, d'une malveillance à l'égard des données immédiates, d'un effort dialectique pour sortir de son propre système"). O conceito de obstáculo epistemológico foi sistematicamente abordado por Bachelard, enfim, em *La formation de l'esprit Scientifique*, Paris, Vrin, 1938: "Quando ele se apresenta à cultura científica, o espírito não é jamais jovem. Ele é mesmo muito velho, pois tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer, pois significa aceitar uma mutação brusca que deve contradizer um passado" ("Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. Accéder à la science, c'est spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé").

¹¹⁴⁵ Cf. Serge Latouche, *L'economia è una menzogna. Come mi sono accorto che il mondo si stava scavando la fossa*. Turim, Bollati Boringhieri, 2014, do original francês, *Itinérance. Du tiers-mondisme à la décroissance*, 2014.

¹¹⁴⁶ Cf. Thomas Carlyle, "Occasional Discourse on the Negro Question". *Fraser's magazine*, Dezembro de 1849, pp. 670-679: "The Social Science – not a 'gay science' but a rueful – which finds the secret of this universe in 'supply-and-demand' and reduces the duty of human governs to that of letting men alone, is also wonderful. Not a 'gay science', I should say, like some we have heard of; no, a dreary desolate, and indeed quite abject and distressing one; what we might call, by way of eminence, the *dismal Science*". A resposta de John Stuart Mill a Carlyle diz muito mais sobre os limites do liberalismo do que tantos textos contemporâneos. Cf. J. Stuart Mill, "The Negro Question", *Fraser's Magazine*, 1850 e David Theo Goldberg, "Liberalism's Limits: Carlyle and Mill on 'the Negro Question'," *Nineteenth-Century Contexts*, XX, 2, 2008, pp. 203–216.

¹¹⁴⁷ Cf. Entrevista por Coralie Schaub, "Climat: Que faut-il de plus pour agir?". *Libération*, 9/IX/2018: "Il y a deux univers mentaux, psychologiques, intellectuels qui sont incapables de se comprendre l'un l'autre. D'abord l'univers techno-économique, celui de nos dirigeants, qui domine notre société et ne voit le monde qu'à travers des chiffres, qui ne voit que croissance, rentabilité, compétitivité, PIB... L'autre univers, lui, voit la tragédie humaine de la planète qui se dégrade, la nécessité de changer totalement de voie, d'abandonner ce pseudo-scientifique libéralisme économique".

¹¹⁴⁸ Sobre seu Dynamic Integrated Climate-Economy (DICE), veja-se W. Nordhaus, "Evolution of Modeling of the Economics of Global Warming: Changes in the DICE model, 1992 – 2017", 9/III/2017 <<https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d20/d2084.pdf>>.

¹¹⁴⁹ Cf. Mike Cummings, "Cheers and roses from undergrads for Yale's latest Nobel laureate". *Yale News*, 8/X/2018: "Don't let anyone distract you from the work at hand, which is economic growth". Veja-se também Jason Hickel, "The Nobel Prize for Climate Catastrophe". *Foreign Policy*, 6/XII/2018.

¹¹⁵⁰ Cf. W. Nordhaus, *The Climate Casino. Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*, Yale University Press, 2014: "Our analysis suggests that policy should aim for limiting temperature to a range between 2°C and 3°C above preindustrial levels (here taken to be the 1900 temperature) depending upon costs, participation rates, and discounting. The lower target is appropriate if costs are low, participation rates are high, and the discounting rate on future economic impacts is low. A higher target would apply for high costs, low participation rates and high discounting".

¹¹⁵¹ Cf. Serge Latouche, in S. Latouche, Anselm Jappe, *Pour en finir avec l'économie. Décroissance et critique de la valeur*. Paris, 2015, p. 34: "Notre imaginaire à l'heure actuelle, c'est l'imaginaire économique, c'est quelque chose dont nous n'avons pas conscience car nous avons complètement naturalisé cet imaginaire".

¹¹⁵² Serge Latouche, *L'economia è una menzogna*, cit. (2014), p. 64: "Non si tratta di costruire un capitalismo ecocompatibile, bisogna uscire davvero dal sistema, la radicalità è fondamentale".

¹¹⁵³ Cf. Alberto Acosta, "Pós-economia", in A. Kothari, A. Salleh, A. Escobar, F. Demaria, A. Acosta (orgs.), *Pluriverso. Um dicionário do pós-desenvolvimento*. São Paulo, Ed. Elefante, 2021, pp. 468-472.

¹¹⁵⁴ Cf. Herman Daly, "The End of Uneconomic Growth". In Jørgen Randers, 2052. *A Global Forecast for the Next Forty Years. A report for the Club of Rome Commemorating the 40th Anniversary of The Limits of Growth*, Vermont, 2012: "I think economic growth has already ended in the sense that the growth that continues is now uneconomic; it costs more than it is worth at the margin and makes us poorer rather than richer. We still call it economic growth, or simply "growth" in the confused belief that growth must always be economic. I contend that we have reached the economic limit to growth but we don't know it, and desperately hide the fact by faulty national accounting, because growth is our idol and to stop worshiping it is anathema. (...) I think that we have reached the limits to growth in the last forty years".

¹¹⁵⁵ Cf. Gaël Giraud, L'effet 'reine rouge': l'économie face aux contraintes physiques et énergétiques d'un monde aux dimensions finies: "La plupart du temps, les économistes, dont je fais partie, sont plutôt le problème que la solution". <<https://www.youtube.com/watch?v=n3LyVbGUFu4>>.

¹¹⁵⁶ Citada por Béatrice Madeline, "La ruée vers les métaux". *Le Monde*, 12/IX/2016.

http://www.lemonde.fr/economie-mondiale/article/2016/09/12/la-ruée-vers-les-métaux_4996059_1656941.html

¹¹⁵⁷ Cf. S. Carrara *et al.*, "Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system". Joint Research Centre, 2020: "For wind turbines, the annual material demand will increase from 2-fold up to 15-fold depending on the material and the scenario. Significant demand increases are expected for both structural materials – concrete, steel, plastic, glass, aluminium, chromium, copper, iron, manganese, molybdenum, nickel and zinc – and technology-specific materials such as rare-earth elements and minor metals".

¹¹⁵⁸ Veja-se, a respeito, Anne Marthe van der Bles *et al.*, "Communicating uncertainty about facts, numbers and Science". *Royal Society Open Science*, 5/XI/2018.

¹¹⁵⁹ Cf. James Hansen, "Scientific reticence and sea level rise", *Environmental Research Letters*, 24/V, 2007: "Caution, if not reticence, has its merits. However, in a case such as ice sheet instability and sea level rise, there is a danger in excessive caution. We may rue reticence, if it serves to lock in future disasters. (...) Reticence is fine for the IPCC. And individual scientists can choose to stay within a comfort zone, not needing to worry that they say something that proves to be slightly wrong. But perhaps we should also consider our legacy from a broader perspective. Do we not know enough to say more?"

¹¹⁶⁰ Cf. J. Hansen, *Storms of My Grandchildren: The Truth About the Coming Climate Catastrophe and Our Last Chance to Save Humanity*. Bloomsbury, 2009, p. 87.

¹¹⁶¹ Cf. Keynyn Brysse *et al.*, "Climate change prediction: Erring on the side of least drama?". *Global Environmental Change*, 1, fevereiro de 2013, pp. 327-337: "the available evidence suggests that scientists have in fact been conservative in their projections of the impacts of climate change. In particular, we discuss recent studies showing that at least some of the key attributes of global warming from increased atmospheric greenhouse gases have been under-predicted, particularly in IPCC assessments of the physical science, by Working Group I. (...) We suggest, therefore, that scientists are biased not toward alarmism but rather the reverse: toward cautious estimates, where we define caution as erring on the side of less rather than more alarming predictions. We call this tendency "erring on the side of least drama (ESLD)."

¹¹⁶² Cf. Zeke Hausfather *et al.*, "Climate simulations: recognize the 'hot model' problem". *Nature*, 4/V/2022: "Users beware: a subset of the newest generation of models are 'too hot'² and project climate warming in response to carbon dioxide emissions that might be larger than that supported by other evidence^{3–7}. Some suggest that doubling atmospheric CO₂ concentrations from pre-industrial levels will result in warming above 5 °C, for example. This was not the case in previous generations of simpler models".

¹¹⁶³ Citado em NLC (Newsletter Clips): "The very last thing we need to do is inform everybody we're going to have a bunch extra warming than is probably going [to happen]."
<<https://newsletterclips.com/technology/climate-change-why-are-some-climate-models-running-red-hot-scientists-have-an-answer/>>.

¹¹⁶⁴ Cf. Naomi Oreskes & Erik M. Conway, *Merchants of doubt. How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco to global warming*. Bloomsbury Press, 2010.

¹¹⁶⁵ Há, por certo, muito a se fazer na área educacional para alargar em várias ordens de grandeza o alcance social da informação científica sobre a emergência climática, mas não se avançará muito se a enorme energia requerida para tanto for desperdiçada em refutar as mentiras fabricadas pelos negacionistas. Pautar os cientistas é exatamente a estratégia deles. Cf. Raoni Rajão *et al.*, "O risco das falsas controvérsias científicas para as políticas ambientais brasileiras". *Revista Sociedade e Estado*, 37, 1, Janeiro-Abril, 2022, pp. 317-352: "A compreensão pública da ciência poderia potencialmente impedir que se tomem como certas as falsas controvérsias científicas apresentadas por grupos de interesse em detrimento do bem social, do desenvolvimento sustentável e da conservação ambiental".

¹¹⁶⁶ Alguns precedentes dessa questão, fora da comunidade científica, encontram-se em Hans Jonas, *The Imperative of Responsibility. In search of an Ethics for the Technological Age* (1979). The University of Chicago Press, 1984; Idem, *Sull'orlo dell'abisso. Conversazioni sul rapporto tra uomo e natura* (1985). Turim, Einaudi, 2000; Idem, *Pour une éthique du futur* (1992). Paris, Payot, 2005. Veja-se também, na continuidade dessa reflexão, Jean Pierre Dupuy, *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*. Paris, Éditions du Seuil, 2002.

¹¹⁶⁷ Cf. Paul Voosen, "Use of 'too hot' climate models exaggerates impacts of global warming". *Science*, 4/V/2022: "the recommendations may underestimate policymakers' desire for time-based information, which in her experience is nearly always requested".

¹¹⁶⁸ Cf. "Sustainability at the crossroads". *Nature*, Editorial, 21/XII/2021: "even if the pledges announced are implemented, temperatures are still projected to rise to a catastrophic 2.4 °C by 2100".

¹¹⁶⁹ Cf. Jeff Tollefson, "Top climate scientists are sceptical that nations will rein in global warming". *Nature*, 1/XI/2021.

¹¹⁷⁰ Ambas as declarações no documentário *Breaking Boundaries* (2021): "We've gone past the tipping point for coral bleaching. Scientists and ecologists like myself have been talking for decades now about global warming, and it has been frustrating that we haven't been listened to". Rockström: "There is a real reason to be frustrated, because the science is clear and has been communicated for the past 30 years, and still we're not moving in the right direction".

¹¹⁷¹ Cf. “Biodiversity ‘not just an environmental issue’: Q&A with IPBES ex-chair Robert Watson”, *Mongabay*, 17/X/2019: “Yes, without any question. (...) The World Economic Forum (...) committed to writing a really good report about both financing and evolution of the economic system to make sure that we can conserve, protect, [and restore] biodiversity. So there seems to be a very strong interest in both the finance sector and the business community at large”.

¹¹⁷² Cf. “Biodiversity ‘not just an environmental issue’”, citado na nota anterior: “It’s not saying we should be getting rid of capitalism, definitely not. It’s not saying we should get rid of using GDP as a measure of economic growth. But we need to complement GDP. While it’s a measure of economic growth, it is not a measure of sustainable economic growth”.

¹¹⁷³ Cf. por exemplo, Ida Kubiszewski *et al.* “Beyond GDP: Measuring and achieving global genuine progress”. *Ecological Economics*, 93, 2013, pp. 57-68.

¹¹⁷⁴ Cf. Jonathan Watts, “Johan Rockström: ‘We need bankers as well as activists ...we have ten years to cut emissions by half’”. *The Guardian*, 29/V/2021. “We need all forces. Tree-huggers and frontier activists are very important but they can’t tip this whole thing over by themselves. We also need the bankers and executives. Why? Because we have only 10 years to cut emissions by half. We cannot change the economic model in 10 years”.

¹¹⁷⁵ Cf. Global Justice, Corporations vs governments revenues: 2015 data

<http://www.globaljustice.org.uk/sites/default/files/files/resources/corporations_vs_governments_final.pdf>.

¹¹⁷⁶ Veja-se, entre elas, a carta de Larry Fink aos CEOs das corporações: “The power of capitalism. Larry Fink’s 2022 letter to CEO” <<https://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/larry-fink-ceo-letter>>.

¹¹⁷⁷ Cf. Patrick Greenfield, “World’s top three asset managers oversee \$ 300bn fossil fuel investments”. *The Guardian*, 12/X/2019.

¹¹⁷⁸ Cf. *Banking on Climate Chaos. Fossil Fuel Finance Report*, 2021, assinado por uma coalizão de ONGs: Rainforest Action Network, Banktrack, Indigenous Environmental Network, Sierra Club, Oil Change International e Reclaim Finance. “In the 5 years since the Paris Agreement, the world’s 60 biggest banks have financed fossil fuels to the tune of \$ 3.8 trillion”.

<<https://www.ran.org/bankingonclimatechaos2021/>>.

¹¹⁷⁹ Cf. “12 banks lend \$8 billion to oil and gas expansionist TotalEnergies”. BankTrack, 11/V/2022.

<https://www.banktrack.org/article/12_banks_lend_8_billion_to_oil_and_gas_expansionist_totalenergies>.

¹¹⁸⁰ Cf. “ABCD domina mercado de commodities”. Monitor mercantil, 5/IX/2018.

¹¹⁸¹ “Amazônia e a bioeconomia: um modelo de desenvolvimento para o Brasil. Entrevista especial com Carlos Nobre”. Entrevista concedida e Patrícia Fachin e Ricardo Machado. Instituto Humanitas Unisinos, 9/V/2019.

¹¹⁸² Cf. David G. Victor *et al.* “Prove Paris was more than paper promises”, *Nature*, 548, 1/VIII/2017: “No major advanced industrialized country is on track to meet its pledges to control the greenhouse-gas emissions that cause climate change. Wishful thinking and bravado are eclipsing reality (...) National governments are making promises that they are unable to honour.”

¹¹⁸³ Cf. “[Xi Jinping: To correctly understand and grasp carbon peaking and carbon neutrality](#)”, 17/V/2022: “China must ‘gradually achieve’ carbon peaking and carbon neutrality ‘based on the national reality that coal is the dominant energy resource’”.

¹¹⁸⁴ Cf. Peter Wadhams, *Scientists Warnings.org*, 11/XII/2018 <<https://www.youtube.com/watch?v=AEM2NhPw-U>>. “The [UK] government can make a commitment saying in 30 years time it will reduce our CO₂ emissions by 80%. They can quote any number they like because they have no intention of keeping to it”.

¹¹⁸⁵ Cf. SEI, IISD, ODI, Climate Analytics, CICERO, and UNEP, *The Production Gap 2019: The discrepancy between countries’ planned fossil fuel production and global production levels consistent with limiting warming to 1.5°C or 2°C* <<http://productiongap.org/>>. “Governments are planning to produce about 50% more fossil fuels by 2030 than would be consistent with a 2°C pathway and 120% more than would be consistent with a 1.5°C pathway. (...) The continued expansion of fossil fuel production — and the widening of the global production gap — is underpinned by a combination of ambitious national plans, government subsidies to producers, and other forms of public finance.”

¹¹⁸⁶ Cf. *Ibid.*, p. 4: “By 2030, countries plan to produce 150% (5.2 billion tonnes) more coal than would be consistent with a 2°C pathway, and 280% (6.4 billion tonnes) more than would be consistent with a 1.5°C pathway”.

¹¹⁸⁷ Cf. Adam Vaughan, “Germany agrees to end its reliance on coal stations by 2038”. *The Guardian*, 26/I/2019.

¹¹⁸⁸ Cf. Fiona Harvey, “World has six months to avert climate crisis, says energy experts”. *The Guardian*, 18/VI/2020.

¹¹⁸⁹ Cf. Fiona Harvey, “Carbon emissions to soar in 2021 by second highest rate in history”. *The Guardian*, 20/IV/2021: “This is shocking and very disturbing. On the one hand, governments today are saying climate change is their priority. But on the other hand, we are seeing the second biggest emissions rise in history. It is really disappointing.”

¹¹⁹⁰ Cf. AIE, Sustainable Recovery Tracker, Julho de 2021: “We estimate that full and timely implementation of the economic recovery measures announced to date would result in CO₂ emissions climbing to record levels in 2023 continuing to rise thereafter”.

¹¹⁹¹ Cf. Henry David Thoreau, *On the Duty of Civil Disobedience*, publicado em 1849 primeiramente com o título *Resistance to Civil Government*: “All men recognize the right of revolution; that is, the right to refuse allegiance to and to resist the government, when its tyranny or its inefficiency are great and unendurable”.

<<https://www.gutenberg.org/files/71/71-h/71-h.htm>>.

¹¹⁹² Cf. Peter Kalmus, “Climate scientists are desperate: we’re crying, begging and getting arrested”. *The Guardian*, 6/IV/2022: “I’m a climate scientist and a desperate father. How can I plead any harder? What will it take? What can

my colleagues and I do to stop this catastrophe unfolding now all around us with such excruciating clarity? (...) It's time for all of us to stand up, and take risks, and make sacrifices for this beautiful planet that gives us life, that gives us everything". Veja-se também Ethan Freedman, "'We've been trying warn you for so many decades': Nasa climate scientist breaks down in tears at protest". *The Independent*, 7/IV/2022.

¹¹⁹³ Cf. "Facts about our ecological crisis are incontrovertible. We must take action". *The Guardian*, 26/X/2018: "We are in the midst of the sixth mass extinction, with about 200 species becoming extinct each day. Humans cannot continue to violate the fundamental laws of nature or of science with impunity. If we continue on our current path, the future for our species is bleak. (...) The "social contract" has been broken, and it is therefore not only our right, but our moral duty to bypass the government's inaction and flagrant dereliction of duty, and to rebel to defend life itself. We therefore declare our support for Extinction Rebellion". O Extinction Rebellion é hoje um movimento presente em mais de 45 países, entre os quais o Brasil. Ele se soma a outros movimentos socioambientais em escala planetária e seu manifesto se acrescenta a tantos outros alertas de coletivos de cientistas, que se multiplicam nos últimos trinta anos.

¹¹⁹⁴ "We are scientists and academics who believe we should expose the reality and severity of the climate and ecological emergency by engaging in non-violent civil disobedience. Unless those best placed to understand behave as if this is an emergency, we cannot expect the public to do so. Some believe that appearing "alarmist" is detrimental - but we are terrified by what we see, and believe it is both vital and right to express our fears openly. The population sizes of mammals, birds, fish, amphibians and reptiles have seen an alarming average drop of 68% since 1970, along with an apparent collapse in the pollinator populations. At this rate, ecosystems around the world will collapse well within the lifespan of current generations, with catastrophic consequences for the human kind. Self-reinforcing feedbacks within the climate system, in which hotter climates cause additional heating (e.g. increased forest fires, thawing permafrost, melting ice) threaten to drive the Earth irreversibly to a hot and uninhabitable state. These effects are being observed decades earlier than predicted, in line with the worst-case scenarios predicted. Increasingly severe heatwaves, droughts and natural disasters are occurring year after year, while sea levels may rise by several meters this century, displacing hundreds of millions of people living in coastal areas. There is a growing fear amongst scientists that simultaneous extreme weather events in major agricultural areas could cause global food shortages, thus triggering societal collapse. For example, the drought in Syria (2011-2015) destroyed much of the country's agriculture and livestock, driving millions into cities and sparking a civil war from which the world is still reeling. We face a crisis possibly hundreds of times more severe. To be informed is to be alarmed. Current actions and plans are grossly inadequate, and even these obligations are not being met. The rate of environmental destruction closely tracks economic growth, which leads to us extracting more resources from Earth than are regenerated. Governments and corporations aim to increase growth and profits, inevitably accelerating the destruction of life on Earth. To achieve decarbonisation on the required scale demands economic degrowth, at least in the short term. This does not necessarily require a reduction in living standards. • For a just transition, the cost of degrowth must be paid for by the wealthiest, who have benefited enormously from the current destructive world order, while others have faced the consequences. • A just transition to a sustainable system requires the wealth from the 1% to be used for the common benefit. The most effective means of achieving systemic change in modern history is through non-violent civil resistance. We call on academics, scientists and the public to join us in civil disobedience to demand emergency decarbonisation and degrowth, facilitated by wealth redistribution".

¹¹⁹⁵ Citado em Megan Darby & Karl Mathiesen, "Davos 2018: climate change rhetoric and reality". *Climate Home News*, 23/I/2018. Veja-se também Christiana Figueres, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, Johan Rockström, Anthony Hopley & Stefan Rahmstorf, "Three years to safeguard our climate". *Nature*, 29/VI/2017.

¹¹⁹⁶ Cf. Rebecca Ratcliffe, "Record private jet flights into Davos as leaders arrive for climate talk". *The Guardian*, 22/I/2019.

¹¹⁹⁷ Cf. Peakoil, "Why More Coal, Oil, And Natural Gas Investments Are Needed", 13/V/2017: "People think that all these hydrocarbons are going to be stranded and the whole world's going to change. I think we're going to use every drop of the hydrocarbons, sooner or later".

¹¹⁹⁸ Cf. IPCC, SR1.5C Summary for Policymakers, 2018, p. 12: "In model pathways with no or limited overshoot of 1.5°C, global net anthropogenic CO₂ emissions decline by about 45% from 2010 levels by 2030 (40–60% interquartile range), reaching net zero around 2050 (2045–2055 interquartile range)". Veja-se também a Introdução.

¹¹⁹⁹ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report 2022, WG III – Mitigation of Climate Change, 5/IV/2022, Summary for Policymakers, p. 4. <https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf>.

¹²⁰⁰ Cf. "Global Energy Review: CO₂ emissions in 2021". AIE, março de 2022.

¹²⁰¹ Cf. Perrine Mouterde & Audrey Garric "La guerre en Ukraine risque-t-elle de freiner la lutte contre le dérèglement climatique?". *Le Monde*, 25/III/2022.

¹²⁰² Cf. "Govts, businesses lying about climate efforts – UN chief". *Punch*, 4/IV/2022: "Some government and business leaders are saying one thing but doing another. Simply put, they are lying. And the results will be catastrophic".

¹²⁰³ Cf. António Guterres, secretário-geral da ONU. Mensagem em seu Twitter: "Climate activists are sometimes depicted as dangerous radicals. But the truly dangerous radicals are the countries that are increasing the production of fossil fuels. Investing in new fossil fuels infrastructure is moral and economic madness" <<https://twitter.com/antonioguterres/status/1511294073474367488>>.

¹²⁰⁴ Cf. AIE, "Total primary energy supply by fuel, 1971 and 2019", atualizado em 6/VIII/2021

<<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/total-primary-energy-supply-by-fuel-1971-and-2019>>.

¹²⁰⁵ Cf. Adam Jezard, “Fossil fuels will still dominate energy in 20 years despite green power rising”. World Economic Forum, 16/X/2017.

Notas do Capítulo 11

¹²⁰⁶ Cf. IPCC, Sixth Assessment Report, Climate Change Report 2022, Working Group II – Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, p. 5: “This report recognises the value of diverse forms of knowledge such as scientific, as well as Indigenous knowledge and local knowledge in understanding and evaluating climate adaptation processes and actions to reduce risks from human-induced climate change”.

¹²⁰⁷ O substantivo *decus* designa o que é apropriado, isto é, algo ao mesmo tempo belo e moral (*decens*). Ele está associado ao verbo *decet* (convém) e ao adjetivo *dignus*. Cf. Alfred Ernout e Antoine Meillet, *Dictionnaire étymologique de la langue latine* (1932), Paris Klincksieck, 2001.

¹²⁰⁸ Cf. Chuck Collins & Josh Hoxie, “Billionaire Bonanza. The Forbes 400 and the rest of us”. Institute for Policy Studies, 2017 <<https://inequality.org/wp-content/uploads/2017/11/BILLIONAIRE-BONANZA-2017-Embargoed.pdf>>.

¹²⁰⁹ Cf. Thomas Piketty, *Le capital au XXI^e siècle*. Paris, Seuil, 2013, p. 31.

¹²¹⁰ Cf. Sam Pizzigati, “Enough is enough”. *Le Monde Diplomatique*, Fevereiro de 2012: “Neither the United States nor any other country can carry on a war which will make the world safe for democracy and the plutocracy at the same time”.

¹²¹¹ Cf. Gaël Giraud, Cécile Renouard, *Le facteur 12. Pourquoi il faut plafonner les revenus*, Paris, Carnets Nord, 2012.

¹²¹² Cf. Pierre Concialdi, Didier Gelot, Christiane Marty & Philippe Richard, *Vers une société plus juste, Manifeste pour un plafonnement des revenus et des patrimoines*. Fondation Copernic, Paris, Les liens que libèrent, 2019.

¹²¹³ Cf. Jean Gadrey, *Adieu à la croissance, Bien vivre dans un monde solidaire*. Paris, Les Petits matins, 2010.

¹²¹⁴ Cf. Ian Ayres & Aaron Edlin, “Don’t Tax the Rich. Tax Inequality Itself”. *The New York Times*, 18/XII/2011.

¹²¹⁵ Cf. L. Marques e Sabine Pompeia, “Os Direitos Humanos são um caso particular dos direitos da natureza”. In: Neri de Barros Almeida. (Org.). *Os direitos humanos à prova do tempo: reflexões breves sobre o presente e o futuro da humanidade* Campinas: Editora da Unicamp, 2021, v. 2, pp. 220-226.

¹²¹⁶ A Declaração de Cambridge sobre a Consciência foi redigida por Philip Low e editada por Jaak Panksepp, Diana Reiss, David Edelman, Bruno Van Swinderen, Philip Low e Christof Koch. Ela foi proclamada publicamente em Cambridge, Reino Unido, em 7 de julho de 2012, na Conferência Memorial Francis Crick sobre Consciência em Animais Humanos e não Humanos, por Low, Edelman e Koch. A Declaração foi assinada pelos participantes da conferência naquela mesma noite, na presença de Stephen Hawking: “Convergent evidence indicates that non-human animals have the neuroanatomical, neurochemical, and neurophysiological substrates of conscious states along with the capacity to exhibit intentional behaviors. Consequently, the weight of evidence indicates that humans are not unique in possessing the neurological substrates that generate consciousness. Nonhuman animals, including all mammals and birds, and many other creatures, including octopuses, also possess these neurological substrates” <<https://fcmconference.org/img/CambridgeDeclarationOnConsciousness.pdf>>.

¹²¹⁷ Cf. Jean-Jacques Rousseau, *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes* (1754). Les Échos du Maquis, 2011, p. 29: “Tout animal a des idées puisqu'il a des sens, il combine même ses idées jusqu'à un certain point, et l'homme ne diffère à cet égard de la bête que du plus au moins. Quelques philosophes ont même avancé qu'il y a plus de différence de tel homme à tel homme que de tel homme à telle bête”.

¹²¹⁸ Cf. L. Marques, “Jacob Burckhardt e Claude Lévi-Strauss, Leitores de Rousseau”. In Célia Gambini e Paulo M. Kuhl, *Rousseau e as Artes*, São Paulo, Ateliê Editorial, 2015, pp. 133-146.

¹²¹⁹ Edward O. Wilson, *Half-Earth. Our Planet Fight for Life*, Nova York, Londres, 2016.

¹²²⁰ Cf. Cynthia Rosenzweig et al., “Climate change responses benefit from a global food system approach”. *Nature Food*, 2020; IPCC, Climate Change and Land, Special Report, 2019, Summary for Policymakers, p. 10; Francesco N. Tubiello et al., “Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base”. *Environmental Research Letters*, 8/VI/2021.

¹²²¹ Cf. Laura Kehoe et al., “Make EU trade with Brazil sustainable”. *Science*, 364, 6438, 26/IV/2019.

<<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaw8276>>.

¹²²² Dois exemplos: 1. a Declaração de Amsterdam (“Towards Eliminating Deforestation from Agricultural Chains with European Countries”, 2015), assinada pelos governos da Alemanha, Dinamarca, França, Holanda, Noruega e Reino Unido, exortava o agronegócio a eliminar o desmatamento associado às suas atividades até 2020; 2. “Forest Act of 2021”. Cf. Richard Cowan & Fathin Ungku, “U.S. Congress Democrats target palm oil, beef trade in deforestation bill”. Reuters, 6/X/2021.

<<https://www.proterrafoundation.org/wp-content/uploads/2017/07/AmsterdamDeclarationDeforestation26Agro-commoditychains.pdf>>.

¹²²³ Veja-se <<https://en.unesco.org/node/314143>>.

¹²²⁴ Veja-se <<https://whc.unesco.org/en/list/998>>.

¹²²⁵ Cf. Philip M. Fearnside et al., “BR-319: O caminho para o colapso da Amazônia e a violação dos direitos indígenas”. *Amazônia Real*, 23/II/2021; Idem, “Oil and gas project threatens Brazil’s last great block of Amazon forest”. *Mongabay*, 9/III/2020; Felipe Maciel, “Rosneft ganha mais quatro anos e fará megacampanha no Solimões”. EPBR, 18/XI/2019; Philip M. Fearnside, “Por que a rodovia BR-319 é tão prejudicial: 1 – Um desastre evitável”. *Amazônia*

Real, 8/III/2022; Idem, “O interesse financeiro de Putin nas rodovias da Amazônia brasileira”. *Amazônia Real*, 3/V/2022.

¹²²⁶ Cf. Dennis Meadows : “Il faut mettre fin à la croissance incontrôlée, le cancer de la Société”. Entrevista concedida Audrey Garric, *Le Monde*, 8/IV/2022: “Cette possibilité est en train de se réaliser : les ressources sont de plus en plus chères, la demande est de plus en plus importante, de même que la pollution. La question est désormais de savoir non pas si mais comment la croissance va s’arrêter”.

¹²²⁷ Citado em “Kyoto veterans say global warming goal slipping away”. *Eco-business*, 5/XI/2013: “There is nothing that can be agreed in 2015 that would be consistent with the 2 degrees. The only way that a 2015 agreement can achieve a 2-degree goal is to shut down the whole global economy.”

¹²²⁸ Cf. Steven J. Davis *et al.*, “Net-zero emissions energy systems”. *Science*, 29/VI/2018: “Some parts of the energy system are particularly difficult to decarbonize, including aviation, long-distance transport, steel and cement production, and provision of a reliable electricity supply.”

¹²²⁹ Cf. IPCC Press Release, “Concluding instalment of the Fifth Assessment Report: Climate change threatens irreversible and dangerous impacts, but options exist to limit its effects”. 2/XI/2014: “The Synthesis Report finds that mitigation cost estimates vary, but that global economic growth would not be strongly affected. In business-as-usual scenarios, consumption – a proxy for economic growth – grows by 1.6 to 3 percent per year over the 21st century. Ambitious mitigation would reduce this by about 0.06 percentage points. ‘Compared to the imminent risk of irreversible climate change impacts, the risks of mitigation are manageable’ said Sokona”.
<http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/06/11022014_syr_copenhagen.pdf>.

¹²³⁰ Cf. Kevin Anderson, “Duality in climate science”. *Nature Geoscience*, 8, dezembro de 2015, pp. 898-900: “Delivering on such a 2 °C emission pathway cannot be reconciled with the repeated high-level claims that in transitioning to a low-carbon energy system “global economic growth would not be strongly affected” . Certainly it would be inappropriate to sacrifice improvements in the welfare of the global poor, including those within wealthier nations, for the sake of reducing carbon emissions. But this only puts greater pressure on the lifestyles of the relatively small proportion of the globe’s population with higher emissions — pressure that cannot be massaged away through incremental escapism. With economic growth of 3% per year, the reduction in carbon intensity of global gross domestic product would need to be nearer 13% per year; higher still for wealthier industrialized nations, and higher yet again for those individuals with well above average carbon footprints (whether in industrial or industrializing nations)”.

¹²³¹ Anderson refere-se nesta frase justamente ao “Concluding Instalment of the Fifth Assessment Report IPCC. Press Release, acima citado.

¹²³² Cf. Elísio Contini & Adalberto Aragão, “O Agro no Brasil e no Mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020”. Embrapa / SIRE, com dados da plataforma FAOSTAT <<https://http://www.fao.org/faostat/en/#data>>.

¹²³³ Cf. “Carne bovina: exportações do Brasil fecham 2021 com queda de 7% em volume e alta de 9% em receita”. *Canal Rural*, 12/I/2022.

¹²³⁴ O consumo per capita de carne bovina no Brasil decresceu para 29,3 quilos em 2020, 5% a menos que em 2019, quando o consumo já recuara 9%. Em 2020, esse consumo recuou aos níveis de 1996, pelo menos. Cf. Thaís Carrançã, “Por que o consumo de carne bovina no Brasil deve voltar em 2021 ao patamar de décadas atrás”. BBC Brasil, 19/I/2021.

¹²³⁵ Cf. “Steffen Mau: ‘Sommes-nous prêts à assumer les coûts politiques, sociaux et moraux d’une Europe forteresse?’” Entrevista concedida por Steffen Mau a Thomas Wieder, *Le Monde*, 28/XI/2021.

¹²³⁶ Cf. “1,600 Migrants Lost at Sea in Mediterranean This Year”. Associated Press, *Voa News*, 25/XI/2021.

¹²³⁷ Cf. “Rising Migrant Deaths Top 4,400 This Year: IOM Records More Than 45,000 Since 2014”. **U.N. International Organization for Migrants, 10/XI/2021.**

¹²³⁸ Cf. L. Marques, *Capitalismo e colapso ambiental*, cit. (2015), Conclusão.

¹²³⁹ Cf. Andrew Dobson, “Representative Democracy and the Environment”. In, William Lafferty & James Meadowcroft, James (eds.), *Democracy and the Environment: Problems and Prospects*, Cheltenham, Elgar, 1996, pp. 124–39.

¹²⁴⁰ Cf. “World Population Prospects 2019”. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, 2019: “the medium-variant projection indicates that the global population could grow to around 8.5 billion in 2030, 9.7 billion in 2050, and 10.9 billion in 2100”.

¹²⁴¹ Cf. *World Population Policies 2021*. Policies related to fertility. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, 2021.
<https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesa_pd_2021_wpp-fertility_policies.pdf>.

¹²⁴² Cf. “Interview croisé. Climat: ‘Que faut-il de plus pour agir?’”. *Libération*, 9/IX/2018.

¹²⁴³ Cf. Stephen Jay Gould, “The issue is not universal biology versus human uniqueness, but biological potentiality versus biological determinism”. In A. L. Caplan, *The sociobiology debate*. New York, 1978, pp. 343-351: “Violence, sexism and general nastiness are biological since they represent one subset of a possible range of behaviours. But peacefulness, equality, and kindness are just as biological – and we may see their influence increase if we can create social structures that permit them to flourish”.