

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**Economia Circular e (In)sustentabilidade sistêmico-
antropocênica: Diálogos CTS(A) para a Pós-
Sustentabilidade Ecozóica**

Renato Zanolla Montefusco

SÃO CARLOS - SP

2025

RENATO ZANOLLA MONTEFUSCO

**Economia Circular e (In)sustentabilidade sistêmico-
antropocênica: Diálogos CTS(A) para a Pós-
Sustentabilidade Ecozóica**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência, Tecnologia e Sociedade, do Centro de Educação
e Ciências Humanas, da Universidade Federal de São
Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título
de Doutor em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e
Sociedade

Linha de pesquisa: Dimensões Sociais da Ciência e
da Tecnologia

Orientador(a): Prof. Dr. Cidoval Moraes de Sousa

SÃO CARLOS - SP

2025

Montefusco, Renato Zanolla

Economia circular e (in)sustentabilidade sistêmico-
antropocênica: diálogos CTS(A) para a pós-
sustentabilidade ecozóica / Renato Zanolla Montefusco --
2025.
278f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Cidoval Moraes de Sousa

Banca Examinadora: Cidoval Moraes de Sousa, Roberto
Ferrari Junior, Ariadne Chloe Mary Furnival, Cildo Giolo
Júnior, Jamile Goncalvez Calissi

Bibliografia

1. Antropoceno. 2. Economia circular. 3. Pós-
sustentabilidade. I. Montefusco, Renato Zanolla. II.
Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Renato Zanolla Montefusco, realizada em 17/06/2025.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Cidoval Moraes de Sousa (UEPB)

Prof. Dr. Roberto Ferrari Junior (UFSCar)

Profa. Dra. Ariadne Chloe Mary Furnival (UFSCar)

Prof. Dr. Cildo Giolo Júnior (UEMG)

Prof. Dr. Jamile Gonçalves Calissi (UEMG)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

DEDICATÓRIA & AGRADECIMENTO

Dedico esta tese à memória do meu saudoso pai. Com sua simplicidade e sabedoria, ele me ensinou – não por discursos, mas por exemplo – os valores que moldam esta caminhada: ética, comprometimento, lealdade e a dignidade que habita nos gestos cotidianos. Sua presença, embora agora silenciosa, segue viva em cada escolha honesta e em cada palavra escrita com propósito.

Agradeço à minha mônada mais próxima – minha família – pelo afeto que me sustenta e pelo amor incondicional que me recorda, mesmo nos momentos mais densos, que sou parte de algo maior, generoso e eterno.

Agradeço à minha mãe. Com sua força serena e amor inabalável, esteve presente em cada etapa, celebrando as vitórias e sustentando-me nas dificuldades. Seu cuidado, incentivo e fé foram o alicerce silencioso e presente.

Ao meu irmão, um físico por formação e por natureza. Com sua mente inquieta e olhar sempre além do visível, ensinou-me a pensar com rigor e sensibilidade.

À minha filha, por me lembrar, todos os dias, que a vida é bela – mesmo quando as palavras faltam, e tudo exige a leveza do devir em uma jornada que não cessa.

À Marina, minha companheira de todos os tempos e de muitas jornadas nesta vida. Com você, cada dia foi mais leve, mesmo quando o peso da jornada parecia dobrar. Teu olhar firme ao meu lado, teu abraço que recolhe e teu silêncio que entende, foram refúgios e impulso.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade da UFSCar, por ser mais do que um espaço de formação: um território epistêmico de travessias, onde a ciência não se limita à técnica, mas se abre ao compromisso ético, social e ambiental. Em sua proposta transdisciplinar, o PPGCTS-UFSCar acolhe o pensamento inquieto, abrindo caminho para a crítica, a sensibilidade e a construção coletiva do conhecimento.

Sou grato habitar esse espaço-tempo
de escuta, diálogo e sentido.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cidoval Moraes de Sousa, cuja visão interdisciplinar e cuja coragem epistêmica transformam dúvidas em travessias. Suas provocações não apenas questionaram meus caminhos intelectuais, mas ampliaram minhas possibilidades de mundo. A ele, minha profunda gratidão por acreditar no pensamento que inquieta, atravessa e (re)significa.

Também estendo minha gratidão às amizades acadêmicas, às trocas críticas e às interações que, ainda que breves, deixaram marcas. Toda travessia se faz com passos próprios, mas jamais em solidão completa.

EPÍGRAFE

“Сколько земли нужно человеку?”
De quanta terra precisa um homem?

Liev Tolstói

Economia Circular e (In)sustentabilidade sistêmico-antropocênica: Diálogos CTS(A) para a Pós-sustentabilidade ecozóica

RESUMO: A crise ambiental contemporânea transcende a esfera ecológica, refletindo o esgotamento de um modelo civilizacional pautado na exploração irrestrita dos recursos naturais. A tese investiga o Antropoceno como evento geossocial e suas implicações epistemológicas, ambientais e civilizatórias; utilizando a cenarização prospectiva das emissões acumuladas de gases de efeito estufa (GEE) para demonstrar a interconexão entre tempo geológico e tempo social-legal-ambiental. Sob a lente dos Estudos Sociais de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS-A), são tensionadas premissa da sustentabilidade e questionadas as soluções paliativas do Capitaloceno e Carbonoceno. O objetivo geral é problematizar o Antropoceno e sua instrumentalização enquanto dispositivo ideopolítico da governança climática. Para tanto, os objetivos específicos incluem: (i) analisar a construção do conceito de Antropoceno e sua relação com disputas normativas e políticas; (ii) examinar a Economia Circular e sua absorção nas estratégias de governança global; (iii) avaliar os instrumentos econômicos, como precificação de carbono e mecanismos de desenvolvimento limpo (MDLs), e seus impactos na dinâmica global de emissões; (iv) tensionar os limites da sustentabilidade antropocênica; e (v) explorar a possibilidade de um paradigma pós-sustentável. Metodologicamente, a pesquisa adota abordagem exploratória qualitativo-quantitativa, transitando entre os métodos dedutivo, hipotético-dedutivo e indutivo, conforme a natureza de cada análise. A cenarização prospectiva e a contabilização de GEE são utilizadas para contrastar discursos normativos com a materialidade das transformações climáticas. Os resultados demonstram que a Economia Circular, em sua configuração predominante, opera como ajuste sistêmico dentro da lógica extrativista-linear, ao invés de representar uma ruptura efetiva. A precificação de carbono e a financeirização da sustentabilidade reforçam a permanência do modelo econômico vigente. Assim, a tese se encaminha para a especulação de um paradigma pós-sustentável, no qual a Ecozoicidade surge como campo de possibilidades, ainda que enfrentando desafios estruturais e políticos para sua consolidação.

Palavras-chave: Antropoceno; Governança climática; (In)sustentabilidade sistêmico antropocênica; Pós-sustentabilidade ecozóica.

Circular Economy and Systemic-Anthropocentric (Un)Sustainability: STS(E) Dialogues for Ecozoic Post-Sustainability

ABSTRACT: The contemporary environmental crisis transcends the ecological sphere, reflecting the exhaustion of a civilizational model based on the unrestricted exploitation of natural resources. This thesis investigates the Anthropocene as a geosocial event and its epistemological, environmental, and civilizational implications, employing prospective scenario-building of accumulated greenhouse gas (GHG) emissions to demonstrate the interconnection between geological time and social-legal-environmental time. From the perspective of Science, Technology, Society, and Environment Studies (STS-E), the premises of sustainability are critically examined, and the palliative solutions of the Capitalocene and the Carbonocene are questioned. The general objective is to problematize the Anthropocene and its instrumentalization as an ideopolitical device of climate governance. To this end, the specific objectives include: (i) analyzing the construction of the Anthropocene concept and its relationship with normative and political disputes; (ii) examining the Circular Economy and its absorption into global governance strategies; (iii) assessing economic instruments such as carbon pricing and Clean Development Mechanisms (CDMs), and their impacts on the global emissions dynamic; (iv) challenging the limits of anthropocentric sustainability; and (v) exploring the possibility of a post-sustainable paradigm. Methodologically, the research adopts a qualitative-quantitative exploratory approach, transitioning between deductive, hypothetico-deductive, and inductive methods depending on the nature of each analysis. Prospective scenario-building and GHG accounting are employed to contrast normative discourses with the materiality of climate transformations. The results demonstrate that the prevailing configuration of the Circular Economy functions as a systemic adjustment within the extractivist-linear logic rather than representing an effective rupture. Carbon pricing and the financialization of sustainability reinforce the persistence of the current economic model. Thus, the thesis moves toward the speculation of a post-sustainable paradigm, in which Ecozoicity emerges as a field of possibilities, albeit one facing structural and political challenges to its consolidation.

Keywords: Anthropocene; Climate governance; Systemic anthropocentric (un)sustainability; Ecozoic post-sustainability.

Economía Circular e (In)Sostenibilidad Sistémico-Antropocénica: Diálogos CTS(A) para la Pos-Sostenibilidad Ecozónica

RESUMEN: La crisis ambiental contemporánea trasciende el ámbito ecológico, reflejando el agotamiento de un modelo civilizatorio basado en la explotación irrestricta de los recursos naturales. Esta tesis investiga el Antropoceno como un evento geosocial y sus implicaciones epistemológicas, ambientales y civilizatorias, empleando la construcción prospectiva de escenarios de emisiones acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI) para demostrar la interconexión entre el tiempo geológico y el tiempo social-jurídico-ambiental. Desde la perspectiva de los Estudios Sociales de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTS-A), se examinan críticamente los presupuestos de la sostenibilidad y se cuestionan las soluciones paliativas del Capitaloceno y del Carbonoceno. El objetivo general es problematizar el Antropoceno y su instrumentalización como dispositivo ideopolítico de la gobernanza climática. Para ello, los objetivos específicos incluyen: (i) analizar la construcción del concepto de Antropoceno y su relación con las disputas normativas y políticas; (ii) examinar la Economía Circular y su absorción en las estrategias de gobernanza global; (iii) evaluar los instrumentos económicos, como la fijación de precios del carbono y los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), y sus impactos en la dinámica global de emisiones; (iv) tensionar los límites de la sostenibilidad antropocénica; y (v) explorar la posibilidad de un paradigma pos-sostenible. Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque exploratorio cualitativo-cuantitativo, transitando entre los métodos deductivo, hipotético-deductivo e inductivo, según la naturaleza de cada análisis. La construcción prospectiva de escenarios y el cálculo de emisiones de GEI se utilizan para contrastar los discursos normativos con la materialidad de las transformaciones climáticas. Los resultados demuestran que la Economía Circular, en su configuración predominante, opera como un ajuste sistémico dentro de la lógica extractivista-lineal, en lugar de representar una ruptura efectiva. La fijación de precios del carbono y la financiarización de la sostenibilidad refuerzan la persistencia del modelo económico vigente. Así, la tesis avanza hacia la especulación de un paradigma pos-sostenible, en el que la Ecozoicidad emerge como un campo de posibilidades, aunque enfrenta desafíos estructurales y políticos para su consolidación.

Palabras clave: Antropoceno; Gobernanza climática; (In)sostenibilidad sistémico-antropocénica; Pos-sostenibilidad ecozónica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média de vários modelos da porcentagem de meses de verão boreal	30
Figura 2 - Variação absoluta da população e dados quantitativos do crescimento populacional	41
Figura 3 - Adaptação da Tabela cronoestratigráfica internacional (ICS 2022)	52
Figura 4 - Disruptura antropocênica carbonizada – emissões totais de GEE até 1950	55
Figura 5 - Evolução histórica do Antropoceno	65
Figura 6 - Projeção de emissões GEE para o período 2000-2011	71
Figura 7 - Projeção de emissões GEE para o período 2012-2016	76
Figura 8 - Correlação população global, consumo de energia e produtividade	79
Figura 9 - Projeção da população mundial e expectativa de vida intervalo 1950-2100	80
Figura 10 - Projeção de emissões GEE para o período 2017-2020	81
Figura 11 - Projeção de emissões GEE para o período 2021-2024	84
Figura 12 - Mapa da fome global	86
Figura 13 - Emissões totais GEE na vigência das COPs - período 1995-2024	98
Figura 14 - Emissões totais GEE na vigência das COPs- período 2005-2014	100
Figura 15 - Emissões totais GEE na vigência das COPs - período 2015-2024	103
Figura 16 - Consumo de energia industrial - consumo de carvão em exajoules	139
Figura 17 - Consumo de energia industrial por tipo de combustível 2000-2022 e Projeção de cenário de emissões líquidas zero (NZE), 2023-2030	141
Figura 18 - Intrepidez humana em dados: uso e combustíveis fósseis e indústria, sem contabilização do uso da terra em emissões anuais de CO ₂	142
Figura 19 - Concepção dos três horizontes para o <i>design</i> regenerativo	156
Figura 20 - Relógio do <i>design</i> regenerativo e sobrecarga ecológica planetária	159
Figura 21 - Economia "borboleta" (donut) interconectada ao " <i>design</i> " regenerativo	164
Figura 22 - Precificação, no Carbonoceno, de créditos de carbono	167
Figura 23 - Mosaico normativo Latino-Americano Ambiental	184

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros e metodologias para contabilização de emissões GEE	29
Quadro 2 - Potenciais datas de início para um Época formal do Antropoceno	47
Quadro 3 - Epistemes sobre <i>footprints</i>	48
Quadro 4 - Período 2000-2011 de análises do AWG.....	68
Quadro 5 - Período 2014-2016 de análises do AWG.....	71
Quadro 6 - Definição de unidades estratigráficas do quaternário	74
Quadro 7 - Período 2017-2020 de análises do AWG.....	76
Quadro 8 - Período 2020-2023 de análises do AWG	81
Quadro 9 - O tempo social-legal - dimensões/gerações séc. XI-XX	90
Quadro 10 - O tempo social-legal - dimensões/gerações séc. XI-XX.....	91
Quadro 11 - O tempo social-ambiental - séc. XX-XXI.....	93
Quadro 12 - Conferência das Partes: 1995-2004.....	97
Quadro 13 - Conferência das Partes 2005-2014	99
Quadro 14 - Conferência das Partes 2015-2024, e 2025	101
Quadro 15 - Tempo social-legal e social ambiental no Brasil	103
Quadro 16 - Manifestação do secretário-Geral da ONU sobre o Relatório de Lacuna Emissões.....	107
Quadro 17 - Críticas aos mitos de P&D e C&T	113
Quadro 18 - Perpetuidade da era nuclear	115
Quadro 19 - Síntese epistêmica: EPOR; SCOT; ANT	116
Quadro 20 - (i) <i>Loop economy</i> – síntese do relatório para CCE & CEE.....	124
Quadro 21 - (ii) Da <i>Loop economy</i> para economia de <i>performance</i>	125
Quadro 22 - Pensamento contemporâneo de EC sob a ótica de Pearce e Turner	130
Quadro 23 - CTS(A) e a equação da vida sustentável e descarbonizada	134
Quadro 24 - Emissões de CO ₂ – cenário de referência: carvão - 2005 (vigência do MDL).....	136
Quadro 25 - Desenvolvimentismo econômico linear em emissões totais de CO ₂	137
Quadro 26 - Consumo global de energia por indústrias em exajoules	140
Quadro 27 - Cálculo e estimativa da absorção anual de GEE (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O) por florestas, oceanos e solos convertido em GtCO ₂ e com base no GWP.....	144
Quadro 28 - Balanço ajustado com permanência de CO ₂ e na atmosfera	145
Quadro 29 - Cenarização prospectiva de emissões totais de GEE para 2050.....	199
Quadro 30 - Cálculo do saldo residual total até 2050 (Carbono Persistente Residual).....	201
Quadro 31 - Cenarização prospectiva dos instrumentos de conformidade global	202
Quadro 32 - A máxima de Tolstói	218

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
ANT	<i>Actor-Network theory</i>
AWG	<i>Anthropocene Working Group</i>
a.P.	Anos no passado (a.P.)
BTRs	Relatórios Bienais de Transparência
CC	Crédito de carbono
CDM	<i>Clean Development Mechanisms</i>
CEE	Comunidade econômica europeia
CCE	Comissão das comunidades europeias
CF	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
COP	Conferência das Partes
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (sigla em português para UNFCCC)
CR	Razão de crescimento populacional
CTS(A)	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
D.O.U	Diário Oficial da União
DUDH	Declaração Universal dos Direitos Humanos
e.C.	Era comum (e.C.)
EC	Economia circular
EJ	Exajoules
ENEC	Estratégia Nacional de Economia Circular
EPOR	<i>Early phase of organizational research</i>
ETS	Sistemas de Comércio de Emissões
FDI	Investimento direto internacional
GGA	Objetivo Global de Adaptação
GSSP	<i>Global Stratigraphic Section and Point</i>
GtCO ₂ e	Gigatoneladas de carbono equivalente (10 ⁹)
ICS	<i>International Commission on Stratigraphy</i>
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IFF	<i>International Futures Forum</i>
IJ	Implementação conjunta
INQUA	<i>International Union for Quaternary Research</i>
IPCC	Painel intergovernamental sobre mudança do clima
IUGS	<i>International Union of Geologic Science</i>
MDL	Mecanismos de desenvolvimento limpo
MSM	Modelo sistêmico mundial
MWP	Programa de Trabalho de Mitigação
NAPs	Planos Nacionais de Adaptação
NDCs	Contribuições nacionalmente determinadas
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNDR	Política Nacional de Desenvolvimento Regional

PNEC	Política Nacional de Economia Circular
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PoU	<i>Prevalence of Undernourishment</i>
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
ODM	Objetivos de Desenvolvimento Do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
RCEs	Reduções Certificadas de Emissões
REDD	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
REDD+	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal + Conservação, Manejo Sustentável das Florestas e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal
RCMD	Responsabilidade comum, mas diferenciada
SCOT	<i>Social construction of technology</i>
SBCE	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões
SESs	<i>Social-ecological Systems</i>
SQS	<i>Subcommission on Quaternary Stratigraphy</i>
TAR	Teoria Ator-Rede
TCO ₂ e	Toneladas de carbono equivalente (10 ³)
STSE	<i>Science, Technology, Society, and Environment</i>
UN DESA	<i>United Nations Department of Economic and Social Affairs</i>
UNFCCC	<i>United Nations framework Convention on Climate Change</i>
UN PRI	<i>United Nations Principles for Responsible Investment</i>
UNRIC	<i>Regional Information Centre for Western Europe</i>
WEF	<i>World Economic Forum</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
WFP	<i>World Food Programme</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2 - GEOLOCALIZAÇÃO DA HUMANIDADE NO TEMPO.....	27
2.1 Interseções entre o tempo geológico-social na construção da sustentabilidade.....	30
2.2 O Holoceno como input: causas na construção da equação da vida	32
2.2.1 Berços sociais e comportamento linear: perspectivas de modelagem	33
2.2.2 Neolítico: transcendência da linearidade comportamental para a economia	35
2.2.2.1 Ressignificação do extrativismo neolítico: rota para a linearidade econômica?	37
2.3 Pegadas para a linearidade econômica: concausas do antropoceno	38
2.3.1 <i>Footprint</i> comercial das circunavegações: economia do Extrativismo Linear	39
2.3.2 Pegada agrícola e economia linear extrativista	41
2.3.3 <i>Footprint</i> industrial: trajetórias e a intensificação do extrativismo linear	43
2.3.4 Legado da intensificação linear: <i>footprints</i> do (pós)moderno	46
2.4 (Des)encaixes sob o olhar CTS(A): inquietações e possibilidades	48
2.4.1 Por uma disruptura antropocênica: questionando bases e implicações	54
CAPÍTULO 3 - ANTROPOCENO? Para quem?.....	59
3.1 Um convite (in)consciente ao suposto Antropoceno?	60
3.2 Antropoceno: reflexões multidimensionais sobre um evento transformador.....	62
3.2.1 Herança antropocênica? reflexões CTS(A) sobre a transformação planetária.....	63
3.2.2 Decifrando o antropoceno: o papel do AWG e as pegadas humanas	67
3.3 <i>Sandbox</i> epistêmico: neologismos e reflexões CTS(A) no tempo do pós-moderno	84
3.3.1 Imerso no <i>Sandbox</i> epistêmico: diretrizes sistêmicas do prometeu (humano).....	89
3.4 Fuga do antropoceno?	106
CAPÍTULO 4 - ECONOMIAS CIRCULARES E SUSTENTÁVEIS - Do pó ao pó?	109
4.1 Economia Circular: sustentabilidade e desenvolvimento econômico sustentável	110
4.2 Sociedade, mitos e a ciência: uma transição do essencialismo ao CTS(A).....	112
4.3 Da eco(no)sfera ao pensamento circular: origem, como, onde e quando	118
4.3.1 Um despertar, tardio, do pensamento econômico cíclico e circular	118
4.3.2 Apropriação social de saberes cíclicos	120

4.3.2.1 Economia de circuito fechado - <i>loop economy</i> : matriarca da economia circular ...	124
4.4 Economia circular - tardio pensamento (pós)moderno para eco(no)sfera latente	129
4.4.1 Instrumentos econômicos circulares - descarbonizar para viver?	132
4.4.1.1 Descarbonização do sistema-terra: circularidade econômica e limites teóricos	133
4.4.1.2 Projeções e déficits de emissões: circularidade econômica e limites práticos	136
4.5 Economia circular: <i>sandbox</i> epistêmico sob a ótica CTS(A)	146
4.5.1. No interior das “matrioskas”: design entre tempos e paradigmas	147
4.5.1.1. <i>Design</i> sustentável: do berço ao berço sob o enfoque CTS(A)	147
4.5.1.2. <i>Desing</i> biomimético sob o enfoque CTS(A)	150
4.5.1.3. <i>Design</i> regenerativo sob o enfoque CTS(A)	153
4.6 Semiótica das (eco)diretrizes normativas sob o enfoque CTS(A)	164
4.6.1 Circularidade normativa internacional.....	174
 CAPITULO 5 - PÓS-SUSTENTABILIDADE?	 185
5.1 Geopolítica circular? um possível (re)desenho do sistema-Terra	187
5.2 83% de caos e segundos para o fim do mundo	193
5.3 A máquina da Sustentabilidade e o mito da circularidade	204
5.3.1. Sustentabilidade: o grande ajuste do capitaloceno	205
5.3.2 Rumo ao colapso reciclável: o paradoxo da economia circular	208
5.3.3 Sustentabilidade oca: entre circularidade e a refuncionalização do mercado	209
5.4 17% de ordem para um possível ecozóico?.....	213
5.5 O labirinto do "pós": emergência do ecozóico e a pós-sustentabilidade ecozóica	215
 CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO	 220
REFERÊNCIAS	243

1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental contemporânea não é apenas um problema ecológico: ela reflete o esgotamento de um modelo civilizacional baseado na exploração irrestrita dos recursos naturais. O Antropoceno, conceito originalmente proposto para designar a influência humana como força geológica, tornou-se mais do que um marco temporal: ele opera como um dispositivo ideopolítico de governança climática global. Mas essa governança representa uma real transformação estrutural ou apenas um ajuste sistêmico dentro da lógica do capitalismo esverdeado?

Mais do que uma nova “Época” geológica, o Antropoceno reflete a tentativa de conciliar desenvolvimento e preservação dentro dos marcos normativos e econômicos da sustentabilidade hegemônica – o *mainstream sustainability*. No entanto, a materialidade das emissões de gases de efeito estufa (GEE) expõe a falência dessa conciliação: longe de mitigar os impactos ambientais, ela reforça a estrutura extrativista-linear que originou a crise.

Diante desse cenário, a tese tem por objetivo geral problematizar o Antropoceno como fenômeno geossocial, investigando suas disputas epistemológicas, seus impactos normativos e econômicos e sua instrumentalização na governança ambiental global. A pesquisa avaliará se a Economia Circular antropocênica se configura como uma transição estrutural para além do modelo linear-extrativista ou se opera como um ajuste dentro da lógica da financeirização da sustentabilidade, diante a precificação do carbono como metodologia sustentável.

Para atingir esse objetivo, os seguintes objetivos específicos são estabelecidos: (i) analisar a construção do conceito de Antropoceno, evidenciando sua formulação científica e sua instrumentalização ideopolítica e normativa no tempo social; (ii) examinar a Economia Circular em sua institucionalização, múltiplas epistemes e absorção pelas estratégias de governança climática; (iii) avaliar a funcionalidade dos instrumentos econômicos ambientais, como a precificação de carbono e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDLs), demonstrando seu impacto nos estoques globais de carbono; (iv) tensionar os limites da sustentabilidade antropocênica, questionando se as políticas ambientais atuais representam uma ruptura real ou uma refuncionalização do capitalismo esverdeado; e, (v) explorar a possibilidade de um paradigma pós-sustentável, analisando a Pós-Sustentabilidade Ecozóica como alternativa especulativa ao modelo vigente.

O pressuposto desta tese observará que a Economia Circular, em sua configuração predominante, não representa uma ruptura estrutural com o modelo linear-extrativista, mas sim um mecanismo de ajuste dentro da lógica da governança climática e da financeirização da

sustentabilidade sombreada pelo Capitaloceno. Para que uma transição pós-sustentável seja possível, é necessário tensionar os limites do paradigma sustentabilista antropocênico e investigar alternativas que transcendam a lógica compensatória do capitalismo esverdeado.

A hipótese observará que o Antropoceno, para além de um marco geológico, constitui um dispositivo normativo e ideopolítico que orienta a governança climática global. Dentro desse contexto, a Economia Circular, ao invés de representar uma ruptura estrutural com o modelo extrativista-linear, tem sido progressivamente incorporada como um mecanismo de ajuste dentro da lógica da sustentabilidade hegemônica. Seu potencial transformador está condicionado à superação da ecologia fraca e à adoção de um paradigma regenerativo e ecozóico, o que permanece limitado pelas amarras institucionais e econômicas da governança global. A análise das projeções de emissões globais, *com* e *sem* MDLs, demonstrará a insuficiência das estratégias atuais para reverter a trajetória do colapso climático, reforçando a necessidade de um paradigma pós-sustentável.

O problema da tese orbita a questão de o Antropoceno ser compreendido apenas como um marco geológico ou como dispositivo ideopolítico que (re)orienta a governança climática. Dentro desse contexto, a Economia Circular representa uma transição real para além do modelo linear-extrativista ou apenas mecanismo de refuncionalização do Capitaloceno, capitalismo esverdeado e Carbonoceno sob novas (eco)diretrizes normativas e econômicas? Diante das projeções de emissões globais e da contabilização dos estoques de carbono, quais são as reais possibilidades de uma transição sustentável que não reforce os mecanismos extrativistas?

A justificativa desta tese reside na necessidade de tensionar os fundamentos da sustentabilidade hegemônica e suas limitações estruturais. O ideal político da sustentabilidade, desde sua formalização na Conferência de Estocolmo (1972), no Relatório de Brundtland (1987) e desdobramentos, tem operado dentro da lógica da compatibilização entre crescimento econômico e conservação ambiental. Entretanto, a cenarização prospectiva das emissões de GEE evidencia que esse modelo não tem sido capaz de conter a escalada da crise climática. Essa dimensão empírica fortalece a justificativa da tese, pois evidencia que a manutenção da lógica compensatória do capitalismo esverdeado não é suficiente para a reversão do colapso climático.

Para além da crítica, a pesquisa explora a possibilidade de um paradigma pós-sustentável, onde a Pós-Sustentabilidade Ecozóica emerge como alternativa especulativa a um modelo de desenvolvimento que não apenas minimize impactos, mas que efetivamente repare, regenere e coevolua com os ciclos naturais do sistema-Terra. Ao problematizar os limites da

sustentabilidade hegemônica e tensionar os mecanismos que mantêm a lógica extrativista, esta tese contribui para os debates sobre regulação ambiental, economia ecológica e transições socioambientais, oferecendo um referencial crítico para a análise das políticas públicas e das iniciativas institucionais que se apresentam como soluções para a crise climática global.

Entretanto, a manutenção da lógica compensatória institucionalizada não apenas se revela insuficiente para conter a escalada da crise climática, como também opera como um mecanismo de perpetuação do extrativismo sob novas roupagens normativas e mercadológicas, reforçando a necessidade de uma ruptura estrutural que vá além dos ajustes regulatórios convencionais.

O referencial teórico é alicerçado em torções epistemológicas advindas dos Estudos Sociais de Ciência, Tecnologia e Sociedade com ênfase ambiental (CTS-A), impulsionando a necessidade de (re)pensar e (re)significar os ideais sustentabilistas das últimas décadas. No entanto, mesmo diante da reconfiguração discursiva da sustentabilidade, os dados evidenciam sua falência estrutural. Por meio da cenarização prospectiva e da contabilização de gases de efeito estufa (GEE), esta tese demonstrará a inexistência de sustentabilidade real – seja no presente ou no futuro próximo (2050).

A construção argumentativa mobiliza contribuições fundamentais de diferentes autores, e microcosmos científicos, ao longo dos capítulos. No capítulo 2, Boaventura de Sousa Santos, Octávio Paz, Bruno Latour, Pierre Bourdieu, Eduardo Palacios, Edward McNeill Burns, Robert William Sandford, Celso Furtado, dentre outros, são referências centrais para problematizar a trajetória civilizatória do Antropoceno e suas relações entre tempo geológico e social. No capítulo 3, Paul Crutzen, Yuval Harari, Will Steffen, Walter Bazzo, Jan Zalasiewicz, Edgar Morin, Paulo Artaxo, Celso Furtado, dentre outros, fornecem bases para compreender a formulação e a instrumentalização do Antropoceno como conceito ideopolítico.

No capítulo 4, Kenneth Boulding, Donella Meadows, Walter Stahel, David Pearce e Kerry Turner, John T. Lyle e Bill Reed, Daniel C. Wahl, Eduardo Gudynas, Kate Raworth, Eduardo C. Bittar, dentre outros, tensionam a Economia Circular e os limites da sustentabilidade hegemônica. Já no capítulo 5, as reflexões de Timothy Morton, Michael Löwy, Ignácio Ramonet, José W. Versentini, Felix Guattari, Isabelle Stengers, Steven Shapin, Thomas Berry, Liev Tolstói, dentre outros, ampliam a especulação sobre um paradigma pós-sustentável e a emergência da Ecozoicidade como campo de possibilidades.

Entrementes, a intensificação da exploração de recursos naturais, na tentativa de equilibrar os meios de produção e consumo, desequilibra a própria manutenção da vida humana

dentro da tecnosfera, uma estrutura semeada desde a aurora da civilização. O que antes era um bem comum, foi transmutado em capital natural, consolidando a coisificação e commodificação da natureza. Ciência e Tecnologia (C&T), historicamente vinculadas a pesquisa e desenvolvimento (P&D), desencadearam aprendizagens que hoje revelam tanto a possibilidade de ruptura quanto aprofundamento no caos. A lei universal do caos – *ab ordine ad chaos* – indica que pequenos deslocamentos iniciais podem gerar consequências imprevisíveis a curto e longo prazo, ampliando as incertezas sobre o futuro civilizatório.

A habilidade de sustentar a vida, tal como conhecemos, é resultado da intrepidez humana, historicamente orientada pelo tripé desenvolvimento-crescimento-progresso. Ao longo do tempo, a luta pela sobrevivência compôs o acervo cognitivo humano e, nesse percurso, a linearidade exploratória sempre esteve presente, independentemente da época geológica. A trajetória civilizatória revela diferentes modelos de exploração econômica, mas todos compartilham um traço comum: a dependência e o extrativismo de recursos naturais. O ouroboros multiexistencial humano pode já estar prenunciado – se antes a relação Homem-Ecosfera parecia equilibrada em sociedades nômades e agrícolas, a transição ao sedentarismo e urbanização neolítica consolidou um modelo que, ao longo dos séculos, se tornou estruturalmente insustentável.

Nesse contexto, a Economia Circular surge como uma solução prometeica para os desajustes acumulados na história. No entanto, esse modelo carrega um signo semiótico dual: (i) pode ser interpretado como uma fuga dos modelos econômicos anteriores, indicando um esforço para transitar para um novo paradigma; (ii) mas também pode ser visto como um mecanismo de ajuste sistêmico, que não rompe com a estrutura do capitalismo esverdeado, mas apenas o reorganiza.

A desanimalização consciencial, a intrepidez e o capital cultural já prenunciavam noções de sustentabilidade primitiva, como a capacidade de sustentar a vida e gerenciar recursos. Entretanto, como esta tese evidenciará, a sustentabilidade contemporânea não deve ser analisada apenas como um ideal ambiental, mas como um evento sistêmico-antropocênico, intrinsecamente vinculado às estruturas normativas, econômicas e políticas de governança global.

Se a sustentabilidade ganhou vulto político em 1972, após publicação do relatório *Limites do Crescimento* de Donella Meadows e da Declaração de Estocolmo advinda da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (ONU, 1972), sua formalização como ideal de desenvolvimento ocorreu somente com o relatório Brundtland –

Nosso Futuro Comum (ONU, 1987). O conceito de desenvolvimento sustentável, entendido como aquele que atende às necessidades dos presentes sem comprometer as gerações futuras, marcou a institucionalização da sustentabilidade como eixo do progresso civilizatório. No entanto, as gerações futuras, citadas e tuteladas nos relatórios de um passado recente, hoje não enxergam proteção, mas sim os comprometimentos sistêmicos acumulados pelo próprio modelo sustentabilista que pretendia resguardá-los.

O ideal político de crescimento, formulado naquele período, se materializa hoje na crise climática global, cuja face mais evidente são as emissões totais de GEE, que refletem a falência do modelo econômico atual. Esse fenômeno se insere em um contexto mais amplo, onde o humano, antes compreendido como apenas uma força biológica dentro do Holoceno, passa a ser reconhecido como força geológica no Antropoceno.

Entretanto, a formalização do Antropoceno com uma nova “Época” geológica não ocorre de forma neutra. Este conceito emerge em meio a justificativas existencialistas, geopolíticas e científicas, tornando-se um dispositivo ideopolítico que reforça determinados discursos sobre governança ambiental global. O Grupo Trabalho do Antropoceno (AWG), incumbido de definir sua validação como categoria geológica, expõe não apenas evidências estratigráficas, mas também a toxicidade das relações antrópicas na biosfera. Assim, a busca pela formalização de uma “nova Época” revela mais do que um esforço científico – ela desvela os mecanismos de construção de narrativas sobre o colapso e controle.

Paralelamente às constatações da toxicidade ambiental, rupturas no modelo existencial humano começaram a ser ensaiadas no cenário transnacional. Desde 1972, convenções, pactos, protocolos e acordos foram estruturados para articular uma transição rumo à sustentabilidade. No entanto, essa virada civilizatória ainda não ocorreu.

Para fundamentar essa análise, a cenarização prospectiva das emissões totais de CO₂ e CO₂e, empregando linguagem de programação e cálculos em *Python*, de modo a projetar os cenários futuros de acúmulo de GEE é utilizada. Como será exposto, os dados apontam para um quadro caótico, onde a própria ideia de sustentabilidade gestada no Antropoceno se revela uma (in)sustentabilidade geral. Diante desse cenário, torna-se necessária uma ruptura sistêmica real, uma transição que vá além dos ajustes normativos e econômicos e questione os próprios fundamentos do paradigma desenvolvimentista.

A estrutura metodológica da tese acompanha a progressão dos capítulos, adotando a metodologia exploratória qualitativa e quantitativa, que transita entre os métodos dedutivo, hipotético-dedutivo e indutivo, conforme a natureza de cada análise. Essa abordagem permite

tensionar os discursos normativos, avaliar a materialidade das emissões globais e especular a viabilidade de um paradigma pós-sustentável.

A pesquisa qualitativa se fundamenta nos Estudos Sociais de Ciência, Tecnologia e Sociedade com ênfase ambiental (CTS-A), analisando as disputas epistemológicas sobre o Antropoceno, a Economia Circular e a sustentabilidade antropocênica. Paralelamente, a pesquisa quantitativa se materializa na cenarização prospectiva e na contabilização dos estoques globais de carbono, estabelecendo um contraponto empírico à crise sistêmica do modelo linear-extrativista. Metodologicamente, no capítulo 2, a abordagem exploratória qualitativo-quantitativa e o método dedutivo são empregados para contextualizar a geolocalização da humanidade no *tempo* e o Antropoceno no tempo geológico e social. No capítulo 3, o método hipotético-dedutivo estrutura a investigação sobre a formulação e instrumentalização do Antropoceno como dispositivo ideopolítico.

No capítulo 4, há uma transição metodológica, onde o método hipotético-dedutivo dá lugar ao método indutivo para analisar a Economia Circular em sua prática e suas implicações regulatórias. Por fim, no capítulo 5, o método indutivo e a abordagem exploratória qualitativo-quantitativa sustentam a análise da geopolítica da sustentabilidade e da governança climática, confrontando projeções de cenários globais *com* e *sem* MDLs.

Além da pesquisa bibliográfica e documental, a tese recorre à análise de dados sobre emissões globais, utilizando modelagem de programação e cálculo *Python* para examinar o impacto dos estoques globais de carbono, a capacidade de absorção por sumidouros naturais e respectivo decaimento de suas capacidades por degradações ambientais, e financeirização ambiental, através da (in)adequada precificação de carbono, como pináculo desenvolvimentista. Essa modelagem integrada permite tensionar os limites da sustentabilidade hegemônica – o *mainstream sustainability* – e avaliar as condições para uma possível transição pós-sustentável, questionando se os mecanismos atuais são ajustes ou instrumentos de ruptura estrutural.

Como dito, estruturada em quatro capítulos, cada qual abordando uma dimensão essencial, a tese busca atender aos objetivos geral e específico, pressuposto, hipótese e problematização da sustentabilidade antropocênica e, da Economia Circular dentro do contexto do Antropoceno. A análise das trajetórias de emissões de GEE, os mecanismos regulatórios e a financeirização da sustentabilidade, através da contabilização e precificação de carbono, constituem eixos centrais que atravessam a pesquisa e evidenciam a impossibilidade de estabilização climática sob o modelo atual.

Nesse contexto, o capítulo 2 traça um panorama das interações antrópicas no tempo geológico e social, demonstrando como a trajetória histórica do humano consolidou estruturas produtivas que resultaram em externalidades climáticas irreversíveis. O impacto civilizacional do Antropoceno não se resume a um rótulo geológico, mas a um marco da crise sistêmica do modelo linear-extrativista, onde a geolocalização se torna essencial para compreender a crise instalada no sistema-Terra. Como será discutido, desde o Neolítico até a Revolução Industrial, a relação Homem-Ecosfera foi tensionada pelo progresso civilizatório, culminando em um sistema econômico de exploração contínua de recursos naturais.

Essa trajetória histórica, desde logo, levanta a seguinte questão: a Economia Circular pode representar uma alternativa real à crise antropocênica, ou apenas um ajuste dentro da lógica do Capitaloceno e do Carbonoceno? Nesse contexto, o conceito de *footprints* materializa essa pegada histórica, indicando que as interações humanas não apenas deixaram marcas, mas se tornaram uma força geológica mensurável. Se pegadas são rastros da ação humana, a cenarização prospectiva das emissões de GEE revela suas consequências atmosféricas, tornando inegável o impacto humano na Ecosfera. Assim, a tese evidenciará que a ruptura antropocênica não se limita a um debate conceitual, mas se traduz em uma materialidade climática que exige revisão crítica das soluções propostas para a crise ambiental.

A pesquisa, neste ponto, metodologicamente adota uma abordagem exploratória qualitativo-quantitativa, uma vez que busca aprofundar a compreensão das interseções entre tempo geológico, tempo social e sustentabilidade. O método dedutivo fundamenta a estrutura argumentativa, partindo de referências teóricas para tensionar seus limites e possibilidades. A partir desse percurso, a pesquisa examinará criticamente a Economia Circular e a emergência de novos paradigmas socioambientais, questionando a viabilidade de uma ruptura antropocênica.

Se no capítulo 2 a tese evidenciará que a ruptura antropocênica possui uma materialidade geológica, no capítulo 3 a análise se desloca para a própria constituição do fenômeno Antropoceno. Neste ponto, a discussão não se limitará ao marco geológico, mas se expandirá para sua construção epistemológica e seu papel nas estruturas de poder contemporâneas. O estudo do tempo social avança *pari passu* à investigação das múltiplas definições do Antropoceno, revelando que sua conceituação e implicações são, em grande medida, resultantes de disputas normativas, científicas e políticas.

A análise conduzida no terceiro capítulo leva à inquietude sobre a permanência da lógica antropocênica dentro das próprias soluções sustentabilistas. No plano internacional, convenções

e acordos internacionais, como as Conferências das Partes (COPs), moldam estratégias de mitigação dentro das premissas ideopolíticas sustentabilistas antropocênicas. No plano doméstico, legislações nacionais, a exemplo do Brasil, estruturam políticas que, ao invés de romperem com a lógica extrativista-linear se reorganizam para preservar a hegemonia da racionalidade dominante. Esse contexto abre espaço para uma nova inquietação: o pensamento sobre rupturas antropocênicas foi suficiente para transformar os paradigmas estruturais? Haveria uma fuga possível? Essa questão será abordada no capítulo 4, que investigará a fuga do Antropoceno e suas implicações em novos modelos de sustentabilidade.

Mantendo a abordagem exploratória qualitativo-quantitativa neste ponto, a pesquisa visa aprofundar a compreensão do Antropoceno enquanto fenômeno geológico, epistemológico e político. Entretanto, a estrutura argumentativa passa a se basear no método hipotético-dedutivo, pois, a partir da hipótese de que o Antropoceno não se limita a um marco geológico, mas opera também como um dispositivo ideopolítico de governança ambiental, serão analisadas diretrizes internacionais e domésticas, conferências climáticas e discursos sustentabilistas.

Esse percurso investigará dois eixos complementares: o primeiro, o tensionamento das narrativas dominantes e seus mecanismos regulatórios; o segundo, a cenarização prospectiva das emissões de GEE, que se apresenta como elemento empírico fundamental para evidenciar a incompatibilidade entre discursos hegemônicos e a materialidade das transformações climáticas em curso. Dessa forma, a pesquisa avalia se as estratégias adotadas representam reais tentativas de superação do paradigma antropocênico ou se perpetuam sua lógica no tempo social.

O capítulo 4 marca uma inflexão metodológica na tese, onde o método hipotético-dedutivo cede espaço ao método indutivo – conforme a Economia Circular (EC) é analisada em sua prática. Partindo do princípio de que a circularidade econômica pode representar um paradigma de superação do modelo linear-extrativista, este capítulo investiga em que medida ela se configura, seja como uma transformação estrutural ou ajuste dentro da lógica do capitalismo verde. A análise demonstrará a origem da EC e suas raízes no pensamento cíclico, explorando diferentes epistemes e suas relações com o conceito de desenvolvimento sustentável. A discussão avança para a conformação da circularidade econômica no sistema-mundo e a forma como ela vem sendo incorporada como diretriz política global. Entretanto, esse modelo ainda opera predominantemente dentro dos marcos da sustentabilidade hegemônica, levantando a necessidade de tensionar seus limites e potencialidades.

A questão climática se torna central nesse debate, diante o descompasso entre a somatória total de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a absorção pelos sumidouros naturais. Os dados apresentados neste capítulo demonstram que, mesmo com a adoção crescente de práticas circulares, as emissões globais seguem uma trajetória de acúmulo descontrolado, evidenciando que ajustes na cadeia produtiva não são suficientes para reverter a crise ambiental.

Essa questão se acentua quando observados os instrumentos econômicos adotados para viabilizar a transição para uma economia verde. Mecanismos como precificação de carbono, a comercialização de créditos de carbono e a financeirização da sustentabilidade emergem como soluções, embora eficientes dentro da lógica de mercado, não rompem com a estrutura extrativista do sistema-mundo. A mercantilização da sustentabilidade, ao invés de representar mudança estrutural, como será observado, tem funcionado como um dispositivo de perpetuação do modelo linear, agora sob novas regras de compensação ambiental.

Se a Economia Circular permanece atrelada a essa lógica de ecologia fraca, sua função será apenas a de prolongar a existência do modelo atual sem alterar seus fundamentos estruturais. Diante desse cenário, a tese propõe uma reflexão sobre o *design* para uma cultura regenerativa, com uma abordagem capaz de transcender a circularidade econômica superficial. Em vez de apenas minimizar impactos, o *design* regenerativo propõe reestruturar ecossistemas, reformular padrões produtivos e reconfigurar a relação sociedade-natureza.

A transição para essa lógica, como será exposto, requer mudanças institucionais e regulatórias profundas, o que será analisada a luz das políticas e iniciativas emergentes. Dessa forma, o capítulo se encerra pavimentando caminho para o capítulo 5, onde será investigada a conformação de geopolíticas para uma Economia Circular global, contudo, sob à luz CTS(A), serão evidenciadas questões críticas que obstam à sustentabilidade sistêmico-antropocênica.

Se os capítulos anteriores demonstraram que a circularidade econômica pode ser capturada pelo sistema vigente e operar dentro dos limites da ecologia fraca, o capítulo 5 aprofunda a análise da crise sustentabilista antropocênica e suas consequência geopolíticas e climáticas. O modelo atual de desenvolvimento tem se sustentado por meio de ajustes normativos e econômicos que, longe de promoverem uma mudança estrutural, reforçam a lógica do extrativismo e a financeirização ambiental. Diante desse cenário, emerge um questionamento essencial: a Economia Circular representa um ponto de inflexão ou apenas um dispositivo da mercantilização da (in)sustentabilidade?

A análise parte da cenarização prospectiva das emissões acumuladas de gases de efeito estufa (GEE), exposta em dois quadros centrais que delineiam a trajetória do sistema-mundo

sob diferentes cenários: *com* Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDLs) e *sem* MDLs. Essa modelagem evidencia que, independentemente das estratégias de mitigação adotadas, as emissões seguem uma trajetória ascendente, sugerindo que as soluções propostas até agora não são capazes de interromper a espiral climática. O que se observa é a transição de um modelo linear para uma economia que simula circularidade, mas que, na prática, apenas reorganiza e refuncionaliza os fluxos de exploração e descarte.

Nesse contexto, o mito da Economia Circular emerge como um dos pilares centrais da sustentabilidade hegemônica, operando como justificativa para a manutenção da máquina produtiva global. A reciclagem e os mecanismos de compensação ambiental reforçam a noção de que o modelo extrativista pode ser reformulado sem precisar ser superado. Entretanto, a matemática dos sumidouros naturais não sustenta essa ilusão: as taxas de absorção de carbono estão em declínio, enquanto o volume total de emissões se aproxima rapidamente de patamares irreversíveis.

A questão geoestratégica se torna evidente quando analisada a precificação de carbono e os MDLs, que, ao invés de representarem um compromisso real com a transição ecológica, operam como instrumentos de reconfiguração da economia global dentro da lógica do mercado de permissões para poluir, inseridas no Capitaloceno e Carbonoceno. Esses mecanismos deslocam a governança ambiental para interesses do capital, reafirmando a governamentalidade climática como um projeto de manutenção da ordem econômica vigente. O *Doomsday clock*, que simboliza a contagem regressiva para um ponto crítico de irreversibilidade, operará como metáfora, expondo a erosão das margens de ação da humanidade diante da crise civilizatória.

Segundo relatório da ONU (UNRIC, 2024), 83% da equação aponta para o colapso; contudo, há 17% de possibilidade para a emergência de um novo paradigma. É nesse espaço de ruptura que surge o conceito de “Pós-Sustentabilidade Ecozótica”, questionando a viabilidade de um modelo socioeconômico que não apenas minimize impactos, mas que efetivamente repare, regenere e coevolua com os ciclos naturais do sistema-Terra.

A expressão *Pós-Sustentabilidade Ecozótica* – aprofundada no capítulo 5 –, embora ainda não consolidada na literatura, emerge como uma construção teórica situada entre o esgotamento do paradigma técnico-gerencial da sustentabilidade e a abertura para um novo horizonte civilizatório, anunciado por Thomas Berry como Era Ecozótica (1988; 1991). Inspirada também nas reflexões de Leonardo Boff (2011a; 2011b) sobre um *ethos* do cuidado e uma espiritualidade ecológica, a formulação dialoga com vozes contemporâneas que tensionam

o colapso da sustentabilidade convencional: Morton (2013), com o conceito de “hiperobjetos” como a mudança climática; Kothari ([2019]2021) e Yanez (2020), que defendem a justiça ambiental e saberes do Sul global; Escobar (2018), ao propor transições pluriepistêmicas; e Berry e Swimme (1992) que indicam a necessidade de uma cosmovisão ecozótica capaz de integrar ciência, ética e espiritualidade diante da ruptura civilizatória.

Ademais, inspirado pela provocação – *De quanta terra precisa o homem?* (Tolstói, [1886]2021), este capítulo propõe uma reflexão sobre os limites físicos, éticos e epistemológicos do modelo de desenvolvimento humano e sobre a necessidade de uma transformação profunda nas relações entre sociedade, economia e ecossfera.

Amparado na metodologia exploratória qualitativo-quantitativa e método indutivo neste ponto, parte-se da análise concreta do colapso ambiental e da exposição dos instrumentos econômicos em prol da sustentabilidade sistêmico-antropocênica, para se conjecturar sobre caminhos alternativos que poderiam configurar um “pós-sustentável”, para além do capitalismo esverdeado. Assim, a tese se encaminha para seu desfecho, investigando fronteiras entre o possível e o necessário de uma nova ordem pós-antropocênica.

A conclusão desta tese não se encerra em uma resposta definitiva, mas na predição e problematização dos limites estruturais da sustentabilidade antropocênica e a necessidade de tensionamento epistemológico sobre seus desdobramentos. A análise conduzida ao longo dos capítulos demonstrará que a circularidade econômica, em sua configuração predominante, é superficial e opera como um ajuste sistêmico dentro da lógica extrativista-linear, ao invés de representar uma ruptura efetiva. A precificação, MDLs e financeirização da sustentabilidade analisados como instrumentos de governança climática global reforçam a permanência do modelo vigente, (eco)extrativista-linear, sob uma nova roupagem esverdeada. O que muda? Diante desse cenário, esta tese se volta para a especulação sobre um paradigma pós-sustentável, onde a Ecozoicidade se apresenta como um campo de possibilidades. Contudo, se a governança climática se mostra incapaz de reverter o colapso em curso, haveria espaço para uma ruptura real? Ou a Economia Circular e a sustentabilidade hegemônica apenas prolongam o declínio inevitável, reconfigurando a crise sob novas roupagens e diretrizes?

2 GEOLOCALIZAÇÃO DA HUMANIDADE NO TEMPO

Posicionar o ser humano, sob a ótica CTS(A), no *tempo* geológico e *social* do sistema-Terra norteia reflexões sobre “Economia Circular e (In)sustentabilidade sistêmico-antropocênica: Diálogos CTS(A) para a Pós-sustentabilidade ecozóica.” A apreensão de trajetos, posturas e mudanças comportamentais, desencadeadas nos anais da história, não tem o condão de recontar aquilo já contado, entretanto geolocalizar coordenadas sociotemporais estabelece um fio condutor sobre o modo como interações antrópicas do *ontem* desvelam consequências e sequelas no *hoje*.

Mudanças históricas e sociais não são lineares, mas circulares segundo Palacios (*et al.*, 2001); camadas evolucionárias modelam os estudos sociais de ciência, tecnologia e sociedade CTS(A) que resultam em sensíveis torções epistemológicas. O *ontem* e o *hoje* são um pêndulo necessário para o fomento de diálogos sobre antropoceno, economia circular e pós-sustentabilidade; contudo, há uma cartografia abissalista entre Norte e Sul global, observada a contento.

Geolocalizar a humanidade demanda cautela, diante universos distintos no sistema-Terra; seria sensato observar economia circular como um parâmetro advindo do Norte e tropicalizado no Sul? Ideais sustentabilistas seriam tão somente uma adequação econômica diante o vulto do antropoceno? Seria possível instalar um sistema econômico de Estados-nações desenvolvidos em países em desenvolvimento? Inicialmente, considerar a existência de *crises*, sejam sociais, econômicas, políticas, climáticas ou ambientais, é o ponto de partida para reflexões sobre estas indagações.

Para além do pensamento abissal e Epistemologias do sul num mundo fora do mapa (Santos 2007; Santos; Araújo; Baumgarten, 2016) poderiam ser consideradas afrontosas, a depender de que lado se encontra o indivíduo; contudo, “abissais ou não, as formas de pensamento não-ocidentais têm sido tratadas de um modo abissal pelo pensamento moderno ocidental” (*idem*, 2007, p. 72). Da primitividade ao (pós)modernismo o binômio Homem-Ecosfera revela traços comuns forjados nas relações multiexistenciais e na lenta desanimalização consciencial do humano. Trata-se de uma relação complexa, modulada pelas necessidades de cada época, cuja ponderação caberá, sempre, à história. Considerar Causa-Efeito como outro binômio e pêndulo espaço-temporal é, nesse contexto, sensato.

Pequenas mudanças no início de qualquer evento podem gerar consequências enormes e imprevisíveis no futuro. A teoria do caos – *ab ordine ad caos* – enquanto lei universal, oferece o pano de fundo para refletir sobre causas e efeitos: eventos imprevisíveis e, portanto, caóticos

(Lorenz, 1993) impulsionam o (re)pensar de realidades multifacetadas, resultantes de causalidades complexas. Diante disso, “(...) um dispositivo mecânico, um circuito elétrico, uma população de vida selvagem, um fluxo de fluido, um órgão biológico, um feixe de partículas, uma tempestade atmosférica, uma economia nacional(...)” (Gleik, 1987, p. 303, tradução nossa) se tornam exemplos paradigmáticos. O extrativismo e linearidade comportamental-econômica são também causas complexas que ladeiam o humano – da primitividade ao (pós)modernismo – como refletido no item 4.5.1.3, onde conjugar os binômios Homem-Ecosfera e Causa-Efeito como *inputs* para a vida no sistema-Terra mostra-se necessário.

Não há porque se desesperar: A condição do próprio universo é feita de ordem e desordem (caos e cosmos), as culturas possuem seu lado *sim-bólico* e *dia-bólico* e cada pessoa humana é habitada pela pulsão de vida (*éros*) e pela pulsão de morte (*thanátus*). Tal fato não é defeito da criação. É a condição natural das coisas. (Boff, 2021, p. 25).

Do *caos à ordem*, um caminho para o progresso civilizatório? Em tese foi alcançada uma ordem, pois há mais de 8 bilhões de indivíduos espalhados no sistema-Terra, economias de Estados-nações foram consolidadas, ideopolíticas garantidoras de uma dignidade humana foram estabelecidas em gerações/dimensões de Direitos individuais, sociais e metaindividuais; enfim, realidades multifacetadas advindas de comportamentos e causas complexas são a *ordem* alcançada.

Contudo, alternar o prisma daquela lei universal, ou seja, *da ordem ao caos* é pertinente também, pois diante a ordem criada pelo humano, é patente observar questões que orbitam fome, pobreza, desigualdades e iniquidades sociais, crise climática, esgotamento de recursos naturais etc. Havia uma *ordem* anterior onde humanos fomentaram o *caos*? Este, ao seu turno, se tornou um titã civilizador, um Prometeu?

Trazer à baila figuras mitológicas tem o condão de despertar reflexões sobre o humano; em tempo, pugnar por inconsequência ou insensatez seria precipitado, pois a intrepidez ofusca, por vezes, o binômio Causa-Efeito: *footprints* (quadro 2), a perpetuidade da era nuclear (obs. quadro 18, *cap.* 3), são exemplos. O triunfalismo de inúmeras conquistas foi em favor do que e, para quem? Inúmeras inquietações onde “Tememos que, nossos descendentes, olhando para trás, acabem nos amaldiçoando (...)” (Boff, 2021, p. 19).

Busca-se na atualidade um outro tipo de Prometeu, *Um Prometeu Cauteloso*? (Latour, [2008]2014). Vantagens do *design* em suas diferentes dimensões e a complexa relação entre ciência, tecnologia e ecosfera seria o caminho? Desde logo, ponderar que a tradicional divisão entre humanos, ciência e ambiente não captura adequadamente a relação causa-efeito das

interações antrópicas é pertinente. Latour (*op. cit.*) enfatiza a necessidade de considerar cuidadosamente o impacto das interações do humano na natureza e na sociedade, particularmente no contexto da inovação tecnológica apontando a relevância da responsabilidade e da reflexão ao lidar com questões tecnocientíficas, em vez de uma abordagem impensada em busca do domínio da natureza. O *design* de uma cultura regenerativa seria o caminho? Indagação discutida no capítulo 4, onde Economia Circular é cotejada como possível paradigma para a sociedade no séc. XXI.

Escapar da “mesmice crônica” (Sousa, 2018) e não recontar a história é o objetivo. Para tanto, evidencia-se um breve hiato temporal do sistema-Terra, no qual mudanças comportamentais relevantes ocorreram e culminam no *hoje*, marcado por uma nova métrica que afronta o humano, qual seja: tCO₂e – construída em 1997, na COP-03 (ver item 4.4.1.1).

As interlocuções sobre a geolocalização da humanidade neste capítulo serão acompanhadas por um exercício de cenarização prospectiva de emissões GEE, mensuradas em GtCO₂e, e se desdobram nos próximos capítulos. Será utilizada a programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021) como instrumento, e processo dedutivo baseado na somatória simples das emissões, segundo os parâmetros abaixo expostos que culminam nas projeção de emissões das figuras e quadros a seguir apresentados:

Quadro 1 - Parâmetros e metodologias para contabilização de emissões GEE

Dados Epistemológicos
<i>Global carbon atlas</i> - Atlas Global de Emissões – Dados de emissões de GEE no sistema-Terra.
<i>Our World in Data</i> (OWID) – CO ₂ and Greenhouse Gas Emissions Report (2024).
<i>Carbon dashboard</i> (WBO, [2017]2024) – Painel de carbono para monitoramento de preços e políticas de precificação de carbono
Protocolo de Quioto (COP-03, art. 12 – Formalizou os parâmetros para os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) como ferramenta para sustentabilidade sistêmica;
Acordo de Marrakesh (COP-07, 2001) – Decisão 7/CP.7 – regulamentação e operacionalização do MDL e governança do Comércio de Emissões (ET), Implementação Conjunta (IJ).
CMP1 de Montreal (COP-11/CMP-1, 2005) – Implementação do mercado de carbono do MDL, incluindo o registro de projetos e a emissão de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs).
Fontes de Dados e Metodologias para Contabilização de Emissões, Análise de Impactos climáticos e Mitigação
IPCC (2006) – Diretrizes para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.
IPCC (AR6 – Grupo I, 2021) – Grupo trabalho I – Base científica do clima e contabilização de emissões de GEE;
IPCC (AR6 – Grupo II, 2022) – Grupo trabalho II – Impactos, adaptação, vulnerabilidades climáticas e contabilização de emissões de GEE;
FAO (2022) – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – Dados sobre emissões do setor agropecuário.
LULUF (2024) – Uso da terra, mudança de uso da terra e florestas – Políticas climáticas globais e sequestro de carbono por sumidouros naturais.
<i>International Energy Agency</i> (IAE, 2023) – Agência Internacional de Energia – Análise sobre cenários energéticos globais, transição energética e redução da dependência de combustíveis fósseis.

Fonte: autoria própria

Levar em consideração que a ciência, antes acusada de alarmista, é hoje tida como conservadora por ter subestimado o impacto das ações humanas e suas consequências – analisado no capítulo 3 – permite compreender a inversão de papéis entre saberes científicos e os Estados-nações. Estes, criticados pela lentidão, passam a ser impelidos a agir, (ver item 3.3).

(In)consequências decantam-se em causas (des)conhecidas, cujos efeitos são cumulativos; nesse caminho, Coumou e Robinson (2014), em *Historic and future increase in the global land area affected by monthly heat extremes*, expõem os impactos do Prometeu (humano) no sistema-Terra diante das dinâmicas civilizatórias, cuja origem remonta à primitividade, perpetuando-se como vetor estrutural de impacto antrópico.

Figura 1 - Média de vários modelos da porcentagem de meses de verão boreal

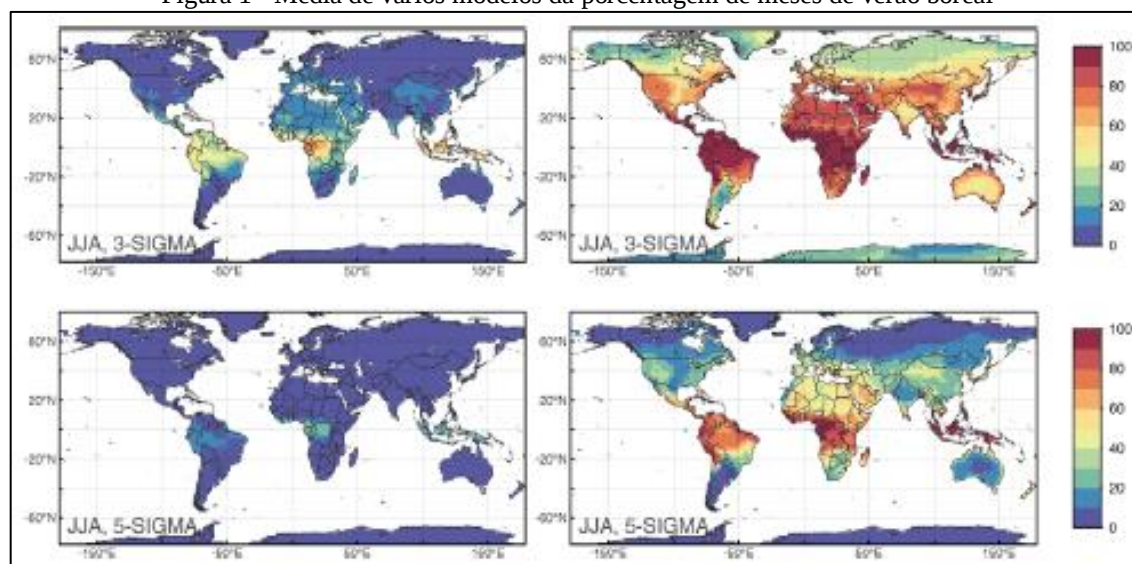


Figura 3. Média de vários modelos da porcentagem de meses de verão boreal no período de 2071 a 2099 com temperaturas além de 3-sigma (topo) e 5-sigma (fundo) sob RCP2.6 (esquerda) e RCP8.5 (direita). Fonte: (Coumou; Robinson 2014, p. 4, tradução nossa)

2.1 Interseções entre o tempo geológico-social na construção da sustentabilidade

De início, é necessário geolocalizar a humanidade no tempo profundo: (i) Eon Fanerozoico, (ii) Era Cenozoica, (iii) Período Quaternário e (iv) Época Holoceno. Tal classificação segue a Tabela Cronoestratigráfica Internacional, organizada pela Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS/IUGS). A estratigrafia é chave nas reflexões interdisciplinares sobre o *tempo*. Apesar do debate epistêmico em torno do Antropoceno, a época oficialmente vigente continua sendo holocênica, como será desvelado (*cap. 3*).

O *tempo* molda a cosmovisão. Em *O Labirinto da Solidão*, Paz (1984) sugere que, à época das grandes navegações, os nativos não possuíam referências para conceber mentalmente embarcações estrangeiras, pois a ausência de elementos cognitivos impedia a plena compreensão do novo. A relação entre teoria e percepção, portanto, delimita os contornos do possível; nesse sentido, seriam os (pós)modernos nativos de seu próprio tempo, incapazes de abarcar integralmente a realidade? Fato é que, como alerta Paz (1984, p. 69-70): “(...)Somente nós podemos responder às perguntas que nos fazem a realidade e o nosso próprio ser”.

Nesse caminho, seria o Antropoceno um rótulo estratégico para justificar mudanças comportamentais? Se há um abissalismo Norte-Sul Global, CTS(A) poderia apaziguar tensões

científicas rumo ao pós-abissalismo? Diferentes campos do saber dialogam na tentativa de sustentar um novo tempo geológico e socioeconômico. No entanto, permeando tais discussões, a constante tCO₂e persiste. Sob a ótica bourdieusiana (item 2.4) o campo científico constitui um microcosmo relativamente autônomo, regido por leis e dinâmicas próprias. Embora vinculado ao macrocosmo social – um contexto mais amplo e heterogêneo –, suas regras internas não são plenamente coincidentes. O campo, portanto, detém autonomia parcial, ainda que submetido ao “poder gravitacional” do social. Nesse cenário: “O campo científico é um mundo social e, como tal, faz imposições, solicitações etc., que são, no entanto, relativamente independentes das pressões do mundo social global que o envolve.” (Bourdieu 2004, p. 20-21).

Cada campo possui regras próprias e configura-se como espaço de disputa estruturada em torno de desafios e interesses definidos pelos agentes, segundo capital cultural acumulado de cada um (Catani, 2011; 2017). A reflexão sobre o conceito de campo emerge da necessidade de compreender a celeuma em torno da delimitação tempo geológico frente ao tempo social-ambiental, sob diferentes abordagens científicas.

Nas ciências naturais, o ser humano é observado como entidade biológica e físico-química em interação com o mundo natural. Contudo, interessa-nos aqui o olhar das geociências, nas quais a humanidade é considerada agente geológico no Antropoceno – uma força transformadora ao longo das diferentes camadas temporais do sistema-Terra. Importa destacar que “Era”, “Época” e “Idade” possuem significados específicos e não são intercambiáveis na terminologia geológica. Segundo José Eli da Veiga (2019), é um erro crasso confundir “Época” com “Era” conforme os critérios da ICS, “mesmo assim, é bem frequente que comunicadores deem preferência ao termo “era” (com minúscula) para Antropoceno ou Holoceno” (Veiga, 2019, p. 11).

Nas ciências humanas, observa-se o humano como um ser simbólico, ético e moral, um sujeito histórico e existencial, criativo e imaginativo e de cultura, segundo Bourdieu (2004). “Era”, “Época” e “Idade” são usadas de forma mais flexível, como marcadores históricos. Nesse sentido: “era do domínio dos homens”, a “era dos direitos” etc. representam conceitos úteis no estudo de sociedades, culturas, comportamentos e o pensamento da humanidade, oferecendo ferramentas para interpretar fenômenos históricos, filosóficos, culturais e sociais, bem como questões éticas, políticas e sociais.

Enquanto campo, o CTS(A) busca uma visão interdisciplinar e uma cosmovisão capaz de revelar imbricações entre diferentes processos cognitivos de historicização, respeitando, em tese, as tensões de campos científicos distintos. Os binômios Homem-Ecosfera e Causa-efeito

podem ser considerados recortes analíticos sobre o presente e futuro (des)conhecido. Torções epistemológicas expressam essas inquietações; em tempo, Bernard Lahire (2002), sob a ótica bourdieusiana, esclarece: “Um campo é um microcosmo incluído no macrocosmo constituído pelo espaço social (nacional) global.” (Lahire, 2002, p. 47).

Ora, discutir mudanças comportamentais diante do Antropoceno, da Economia Circular e da Pós-sustentabilidade desvela o embate entre diferentes campos científicos, cada qual com sua liturgia. Contudo, há um traço comum e alarmista: o humano, agente de transformações planetárias, impacta profundamente a Ecosfera. No Holoceno, ao longo de aproximadamente 12 mil anos, as relações antrópicas delinearam os contornos dos binômios Causa-Efeito e Homem-Ecosfera, revelando os reflexos da expansão civilizatória. A tensão entre esses vetores será observada a seguir, como expressão do percurso do *caos* à *ordem*, ou talvez, vice-versa.

2.2 O Holoceno como *input*: causas na construção da equação da vida

De início, segundo o *Atlas Global de Emissões* e a plataforma *Our World in Data* (OWID, 2024), emissões totais de GEE estimadas para o início do Holoceno eram de 0 GtCO₂. Então porque adentrar no Holoceno? Abstrações são valorizadas (Sismondo, 2010) na ciência, e os binômios Causa-Efeito e Homem-Ecosfera são moldurados neste hiato temporal como *inputs* da aritmética da vida no sistema-Terra – *hoje* expressa na métrica tCO₂e (quadro 25). De todo modo, é no Holoceno, com a expansão civilizatória que se estrutura o processo que Elias (1994, p. 23) define como um conjunto de transformações do “nível tecnológico, ao desenvolvimento dos conhecimentos científicos, (...)” (Elias, 1994, p. 23).

As crescentes interações antrópicas refletem uma relação mais intimista do humano com a biosfera – conceito cunhado por Édouard Suess em 1875, e exposto em *Das Antlitz der Erde* (1883), obra em que descreve a biosfera como a camada da Terra que abriga a vida. Em 1926, uma nova formulação conceitual, que reverbera no *tempo*, foi proposta por Vernadsky, ao afirmar que “a biosfera caracteriza-se por ser o campo da vida” ([1926]1997, p. 205), concebida como unidade ecológica harmônica de escala cósmica. Tal perspectiva fundamenta, no *hoje*, o desenvolvimento das chamadas ciências biosféricas, amplamente difundidas sob o nome *Ecologia* (Steffen *et al.*, 2011).

Conjugar ao conceito de ecologia, as percepções de Vernadsky ([1926]1997) e *As Três Ecologias* de Félix Guattari ([1989]2022), alavanca cosmovisão para CTS(A). Ambos abordam o tema das ecologias sob perspectivas distintas, mas compartilham uma visão holística. Guattari propõe uma visão social, política, existencial, integrada e inter-relacionada, identificando três

dimensões da ecologia: (i) ambiental: ligada ao meio físico e biológico; (ii) social: voltada aos sistemas de poder, às relações sociais e estruturas institucionais; e (iii) mental: campo subjetivo e psíquico que envolve a percepção, cultura e identidade. Vernadsky (*op. cit.*) em contrapartida, não trata ecologia em termos sociais como Guattari, mas distingue: (i) biosfera: camada da terra onde há vida; e (ii) noosfera: esfera do pensamento humano que passa a influenciar a biosfera, momento em que “o homem se torna uma força geológica de enorme magnitude” (Vernadsky, [1926]1997, p. 216). Trata-se de um argumento do *ontem* que respalda, no *hoje*, o Antropoceno. Na mesma direção, Teilhard de Chardin ([1955]1997), em *O lugar do homem na natureza*, afirma: “O Homem [sic], surgido como uma simples espécie; mas gradualmente elevado, pelo jogo de unificação étnico-social, à situação de envolvente especificamente nova da Terra.” (Chardin, 1997, p. 102, grifo nosso).

Entrelaçar as percepções de Vernadsky ([1926], 1997), Guattari ([1989]2022) e Chardin ([1955]1997), cada qual a sua maneira, permite uma leitura interdisciplinar do *tempo*, em que se rastreiam as causas do desenvolvimento humano no sistema-Terra. Certo é que, ao final do séc. XX, biosfera e ecologia passam a ser concebidas como capital natural, composto “de recursos, sistemas vivos e serviços ecossistêmicos” (Daly, 1991, p. 18) – argumento retomado em *Capitalismo Natural* por Hawken (*et al.*, 2007). Contudo, é necessário observar que geosfera e biosfera foram progressivamente coisificadas e comodificadas no *tempo* pela humanidade. Afinal, se “o homem [sic] é uma emergência da vida na Terra” (Morin, 2003, p. 40, grifo nosso), este forjou, ao longo do tempo, uma identidade e um arquétipo lineares para sua existência.

No Holoceno, surgem as “pegadas” – ecológicos, hídricos, de carbono (tCO₂e), entre outras – que se projetam até o *hoje*. Se pequenas mudanças no início de qualquer evento resultam em consequências enormes e imprevisíveis no futuro, as causas ligadas à expansão civilizatória culminam em uma disruptura antropocênica (Sandford, 2019), cotejado no item 2.4.1, a qual deve ser compreendida como resultado de um conjunto de concausas.

2.2.1 Berços sociais e comportamento linear: perspectivas de modelagem

Segundo Burns (2000, p. 07), o paleolítico desvela um humano novo e superior, onde “Tais homens viviam da caça da rena, do bisonte e do mamute que vagueavam livres(...)”; ~30.000 anos separa o (pós)moderno de um clima extremo, marcado por glaciações e interglaciações naturais, no qual o Homem de Cro-Magnon “tinha ideias muito evoluídas de um mundo com aspectos sobrenaturais”, (*idem*, p. 08).

No *hoje*, a celeuma ambiental é fruto de interações humanas acumuladas ao longo do tempo com a Ecosfera. Talvez, no *amanhã*, o humano do presente seja visto como uma versão transformada de si mesmo – também com aspectos sobrenaturais – diante de exemplos como a busca por controle de gases de efeito estufa (GEE) – item 4.4.1.1; o (re)congelamento do gelo marinho no Ártico, por meio do *Arctic Ice Project* (AIP, 2024); ou ainda, o Projeto Floresta Saudita no Oriente Médio (SGI, 2021) e a Grande Muralha Verde da China, que busca combater a desertificação no Deserto de Gobi, abordados nos itens 4.5.1.3 e seguinte.

Certo é que um “bando de *Homo sapiens* que colhia cogumelos e nozes e caçava(...)” inaugurou a “era dos homens” em bolsões sociais primitivos, como afirma Harari (2020, p. 98), selando uma inevitável dependência da Ecosfera. Inserido nesses bolsões, um processo de domesticação social ocorria, pois: “a desanimalização consciencial é um mecanismo inerente à evolução humana, marcado pela autossuperação gradativa do temperamento animal e pelo aprimoramento da inteligência evolutiva” (Kunz, 2013, p. 8177). Essa perspectiva advém da conscienciologia, que se propõe ao estudo da “consciência de forma integral, multidimensional, multimilenar e multiexistencial” – conforme definição de Vieira (2006, p. 6619).

Naqueles bolsões, o extrativismo e dependência de recursos naturais moldaram o arquétipo multiexistencial do ser humano. A lógica linear do retirar-usar-descartar emergiu como reflexo dessa postura frente à natureza. O processo de desanimalização consolida os pilares do capital cultural incorporado, na acepção bourdieusiano, articulando habitus e herança simbólica. O extrativismo, assim, converte-se em mola propulsora da expansão civilizatória “A partir do momento em que surge, o homem passa a produzir, isto é, passa a extrair da natureza, pelo trabalho, os bens de que necessita para satisfazer suas necessidades. (Magalhães, 1977, p. 12).

O extrativismo, em sua essência, é linear. Contudo, o ganho consciencial, reverberado no *tempo* profundo do sistema-Terra, projeta essa linearidade em uma dimensão econômica. É desse ponto que emergem as pegadas - ou *footprints*, deixadas pela ação humana no sistema-Terra. Um “jogo de unificação étnico-social” (Chardin [1955]1997) holocênico está em marcha: os avanços sociais na cooperação entre bandos, estavam atrelados à disponibilidade de alimentos que “(...) seria lentamente rompido à medida que, pelo trabalho, se distanciava da natureza e alterava e modificava o próprio meio” (Magalhães, 1977, p. 13). Assim, as unificações étnico-sociais, modeladas no *ontem*, transcendem em dimensões multifacetadas extrativistas do (pós)moderno.

Neste período é observado 0,0 GtCO₂e de emissões (quadro 25).

2.2.2 Neolítico: transcendência da linearidade comportamental para a economia

O extrativismo linear é multimilenar. Sua lógica acompanha a trajetória humana desde a Idade da Pedra e dos Metais (Cobre, Bronze e Ferro), e encontra no Neolítico um marco cultural profundamente entrelaçado ao Holoceno, pois “As populações neolíticas exerciam melhor controle sobre seu meio ambiente que qualquer de suas predecessoras.” (Burns, 2000, p. 11). No entanto, Neolítico e Holoceno não são sinônimos: o primeiro é um período cultural vinculado à noosfera – ou esfera do pensamento (Vernadsky, [1926]1997) – e marca a sobreposição humana à Ecosfera; o segundo, um recorte geológico. Embora interligados, nem todo Holoceno é Neolítico. Este último transcende a mera agricultura e domesticação, pois “Foram esses os elementos de uma grandiosa revolução social e econômica cuja importância seria impossível exagerar.” (Burns, 2000, p. 11).

A transição demográfica evidencia tensões na relação Homem-Ecosfera. Harari (2020, p. 91) provoca ao chamar a Revolução Agrícola de fraude da histórica, pois os caçadores-coletores já detinham amplo domínio sobre a natureza antes da agricultura. “Essa história é uma fantasia(...)”, reforça (*idem*, p. 94). Nesse contexto, a desanimalização consciencial, entendida como um processo de ciclos históricos sobrepostos (Palacios *et al.*, 2001) conduz à noosfera e à concepção do humano como força geológica (Vernadsky, [1926]1997), em meio a uma unificação étnico-social (Chardin, [1955]1997).

Em contrapartida, Diamond (1997), sustenta que disparidades no desenvolvimento humano não decorrem de diferenças inatas entre os povos, mas de fatores geográficos. A abundância de espécies domesticáveis e de recursos naturais teria sido base sólida ao desenvolvimento. Geolocalizar a humanidade neste período revela, portanto, o construto do binômio Causa-Efeito, pois

No Crescente Fértil, a transição da caça e coleta para a produção de alimentos ocorreu relativamente rápido: até 9000 a.C., as pessoas ainda não cultivavam culturas ou criavam animais domésticos e dependiam inteiramente de alimentos selvagens, mas por volta de 6000 a.C., algumas sociedades já eram quase completamente dependentes de culturas e animais domésticos. (Diamond, 1997, p. 142, tradução nossa).

Povoados permanentes, agricultura, desenvolvimento das sociedades humanas expõem efeitos duradouros no *hoje*. Do caos à ordem ou vice-versa? É do êxito humano primitivo que se extraem os *inputs* da equação da vida do (pós)moderno – e, também suas falhas sistêmicas mais sensíveis (quadro 23).

Dos povoados às cidades neolíticas: (i) Jericó (~9.600 a 8.000 a.P.), na atual Cisjordânia, onde há “evidências de assentamentos de grupos caçadores-coletores em Jericó” (Mithen, 2006,

p. 57); (ii) Norte da Mesopotâmia (~9.000 a 8.000 a.P.), *hoje* Síria e Iraque, onde “começa o cultivo de cevada e trigo” (Kipple, 2000, p. 83); (iii) Çatalhöyük (~7.500 a.P., Turquia) e Aleppo (~8.000 a 7.000 a.P., Síria), referenciadas por Simmons (2007) como exemplos da dominância humana sobre o meio. Em *Ancient cities*, Gates (2011) demonstra como os ambientes urbanos moldaram a organização social e política, as interações econômico-culturais e o uso de recursos – aspectos que balizaram o extrativismo linear.

Potências orientais na primitividade formariam, no séc. II a.C., durante a dinastia Han da China, a 1ª Rota da Seda (Frankopan, 2015). Contudo, na régua temporal, potências ocidentais superariam o restante do mundo, pois a agricultura aliada a elementos como competição, ciência e consumo, moldaria sua dominação global (Ferguson, 2012). Certo é que, a agricultura trouxe progresso; contudo segundo Scott (2017), Jericó e outras cidades neolíticas eram tão somente povoados, e

A população mundial em 10.000 a.C., de acordo com uma estimativa cuidadosa, era de aproximadamente 4 milhões. Cinco mil anos depois, em 5.000 a.C., havia subido apenas para 5 milhões. Isso dificilmente representa uma explosão populacional, apesar das conquistas civilizacionais da revolução neolítica: sedentarismo e agricultura. Nos cinco mil anos seguintes, por contraste, a população mundial cresceria vinte vezes, para mais de 100 milhões. A transição neolítica de cinco mil anos era, portanto, um gargalo demográfico, refletindo um nível quase estático de reprodução. (Scott, 2017, p. 96, tradução nossa).

No *hoje*, pouco mais de 8 bilhões de humanos habitam o sistema-Terra, conforme projeções da Divisão de População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da ONU (UN DESA, 2012). Gargalos demográficos do *ontem* foram superados pela intrepidez do Prometeu (humano). Nesse caminho, dilemas herdados da (prê)modernidade (*fig. 2*) desafiam o humano (pós)moderno diante exploração desenfreada de recursos e hiperconsumo. Certo é que, no presente, buscam-se mecanismos de mitigação para toxicidades antrópicas. Como?

Talvez o (des)caminho atual se revele à luz dos marcos críticos que evidenciam os efeitos da ação humana sobre o sistema-Terra: a proposição do Antropoceno (Crutzen; Stoermer, 2000); a noção de “*footprints*” (Wackernagel; Ress, 1996; Hoektra, 2019; Berners-Lee, [2010]2020); Shmidt-Bleek, 2013 – quadro 3); os limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009); e os limites de crescimento (Meadows, 1972). Soma-se a isso a denúncia estrutural de Celso Furtado em *O Mito do desenvolvimento econômico* (1974), que desvela a promessa falaciosa do progresso como motor de equidade e sustentabilidade. Como agravante, a acumulação de GEE total já atinge proporções alarmantes: (i) 6851 GtCO_{2e} (~11.700 a.P. – 2000 d.C.), e (ii) 7024,02 GtCO_{2e} (2000-2024) – (quadro 25). Vale lembrar que a origem dessa

celeuma reside no desenvolvimento agrícola e acúmulo de excedentes, pois o humano passou a “controlar diretamente a oferta de alimentos, decidindo por si, ainda que, obviamente, dentro do condicionamento de seu meio, o que produzir e em que quantidade (Magalhães, 1977, p. 23).

A transição da linearidade comportamental do retirar-usar para a linearidade econômica guarda raízes temporais profundas. No *ontem* critérios econômicos não guiavam o caçador-coletor; ainda assim, compreensões multiexistenciais aprimoraram técnicas agrícola, e consolidaram a dominância ambiental. O ato de tomar da natureza tornou-se um padrão comportamental persistente, pois o extrativismo segue em constante aperfeiçoamento.

Neste período, é observado 0,0 GtCO₂e de emissões (quadro 25).

2.2.2.1. Resignificação do extrativismo neolítico: rota para a linearidade econômica?

A complexidade do (pós)moderno é forjada por tramas causais igualmente densas. Nesse cenário, o processo de historicização torna-se central para decifrar estruturas como a própria modelagem do comportamento econômico linear. As sociedades não são estáticas, transformam-se continuamente, ainda que seus membros nem sempre percebam tais mudanças. Nesse contexto:

A evolução histórica tem sido vista em algumas ocasiões desde uma perspectiva organicista, entendendo que a sociedade é uma espécie de organismo em evolução. Outra interpretação é a que explica as mudanças a partir da teoria (ou teorias) dos ciclos históricos. (Palacios *et al.*, 2001, p. 103).

Mesmo sociedades primitivas não eram estáticas; o extrativismo foi ressignificado conforme as contingências sociais. Observar a linearidade como modelo - estruturado em um ciclo de extração, produção, consumo e descarte – revela uma ação unidirecional, ainda que se trate do Neolítico. Essa constatação, embora pareça óbvia, foi problematizada por Keneth E. Boulding, em *Beyond Economy - The economics of the coming spaceship Earth* ([1966]1968), ao confrontar a lógica linear com a proposta de uma economia cíclica, na qual a Terra deveria ser tratada como um sistema fechado - uma espaçonave, com recursos naturais limitados. No *hoje*, interlocuções sobre linearidade econômica reafirmam essa crítica: “(...) um sistema poluente, que degrada os sistemas naturais e alimenta uma série de desafios globais, incluindo as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade” (EMF, 2023). É nesse percurso que a linearidade segue habitando os corredores multiexistencias do (pós)moderno.

Talvez seja inadequado aplicar expressões como “unidirecionalismo” ao comportamento senciente dos primitivos. No entanto, diante o aperfeiçoamento do extrativismo, ponderar sobre o arquétipo humano se revela como expressão do próprio processo

cognitivo (Paz, 1984). Em contrapartida, Palacios (*et al.*, 2001, p. 115) propõe duas leituras possíveis do contexto histórico: (i) como um organismo em constante evolução, com estágios semelhantes a um ciclo vital dinâmico; ou (ii) como uma sucessão de ciclos marcados por padrões recorrentes – econômicos, políticos e culturais – que se repetem ao longo do tempo. Afinal, como afirma o autor, “a mudança social e histórica não é linear, e sim circular”.

A inclinação à teoria dos ciclos históricos se justifica pela consolidação de padrões comportamentais que, no *hoje*, se repetem por meio de ressignificações (pós)modernas, operadas por torções epistemológicas exploradas nos capítulos 4 e 5. Esses movimentos flertam com um padrão comportamental-econômico circular, em contraste com a linearidade herdada da ancestralidade. Boulding ([1966]1968) já refletia sobre um (re)pensar cíclico ao discutir sistemas abertos e fechados dentro de uma Econosfera. Nesse percurso, ideias como *loop economy* e a economia de *performance* (Stahel, 1976; 2006), bem como a economia de recursos naturais e do meio ambiente (Pearce; Turner, 1989), antecipam o que *hoje* se corporifica como Economia Circular – tema aprofundado no capítulo 4.

Negar processos cognitivos ancorados na historicização oblitera a cosmovisão necessária, que por sua vez exige a multi e transdisciplinaridade, além do “lugar de destaque da interdisciplinaridade” (Alvarenga *et al.*, 2011, p. 31). Rastros do *ontem*, desvelam características inatas do humano; concausas às crises no *hoje*? O Prometeu (humano) foi, e ainda é, um titã no sistema-Terra? Sua intrepidez ofusca a percepção de causa-efeito. Estaria a *ordem* está, em tese, sendo alcançada ou apenas se semeia o *caos*?

2.3 Pegadas para a linearidade econômica: concausas do antropoceno

Rastros do humano primitivo são *hoje* reconfigurados sob a lógica ambiental dos *footprints* (Wackernagel; Rees, 1996; Hoekstra, 2019; Berners-Lee, [2010]2020; Schmidt-Bleek, 2013), marcadores do (pós)moderno e indicadores dos impactos antrópicos ao longo da história. Esses vestígios, simultaneamente consequência e concausa, tensionam o binômio causa-efeito e fundamentam reflexões sobre a ruptura antropocênica e os limites da Economia Circular. Embora múltiplas abordagens coexistam, a discussão atual sobre *footprints* ancora-se na linearidade comportamental do humano holocênico. Como já exposto, o objetivo não é recontar a história, mas refletir sobre os efeitos do humano como agente transformador – questão que Latour (2020a), em *Diante de Gaia*, intensifica com precisão.

Como não poder ficar surpreso ao ler, no dossiê da *Nature* com o qual comecei a conferência anterior, denominado curiosamente como “A época do Humano”, a notícia de que 1610 é uma das possíveis datas para servir de marco para o início do Antropoceno? Por que 1610? Porque à época o

reflorestamento do continente americano levaria o volume de CO₂ na atmosfera a um nível tal que os climatólogos poderiam usá-lo como referência para medir seu aumento regular. (...) tudo isso é o Antropoceno: antropologia mais a climatologia em uma violenta apropriação da terra.” (Latour, 2020a, p. 291)

Um retrocesso de 414 anos para contemplar a realidade humana? Ora, “As leituras de mundo são feitas a partir de um padrão de encaixe, num tempo em que a principal característica da humanidade é o desencaixe.” (Sousa, 2022, p. 13). Em busca de uma cosmovisão, Latour (2020a) repercute um, de três possíveis desencaixes lineares históricos apontados pelo dossiê da revista *Nature*: em 1610, séc. XVII, as circunavegações, as lutas coloniais, o intercâmbio alimentar, o impacto demográfico e as novas dimensões socioculturais orbitavam a revolução comercial - esse seria o (i) 1º desencaixe.

Há outros desencaixes – também lineares; (ii) – 2º desencaixe: a revolução agrícola europeia, e; (iii) – 3º desencaixe: a industrialização. Certo é que, este tripé de desencaixes, conjugados, desvela uma visão da *ordem* alcançada no *hoje*. Se 1610 é proposto como marco temporal para formalização do Antropoceno como Época, múltiplos cenários contribuem para essa data fatídica, revelando o tensionamento crescente da relação Homem-Ecosfera. Desconsiderar tais processos multimilenares é ofuscar uma cosmovisão adequada da crise atual.

Nesse cenário, “a linguagem não é cortada pelo pluriverso, é um dos dispositivos *materiais* pelos quais carregamos os pluriversos no coletivo” (Latour, 2019, p. 136); fato é que a economia capitalista, baseada na economia linear monetizada toma vulto. No entanto, ideopolíticas de economia ecológica, limites do crescimento, ecodesenvolvimento, sustentabilidade etc., surgem tão somente no séc. XX, como será observado, quando então, linearidade comportamental-econômica é afrontada por ideais de economia cíclica (Boulding, [1966]1968), economia em *loop* ou *performance* (Stahel, 1976; 2006), dentre outras epistemes de circularidade econômica. Certo é que, reflexões sobre “pegadas” culminam nas inquietações sobre a própria concepção de Antropoceno como Época, suas bases conceituais e históricas e as implicações ideológicas que sustentam tal noção, aprofundado no capítulo 3.

2.3.1 *Footprint comercial das circunavegações: economia do extrativismo linear*

“1610” seria um marco estratigráfico ou apenas uma data fatídica? Potências ocidentais superaram o resto do mundo (Ferguson, 2012), mas a primeira Rota da Seda remonta ao século II a.C. na China; fato é que “(...) a história foi remodelada para enfatizar os eventos, temas e ideias que pudessem ser usados nos confrontos ideológicos que ocorriam paralelamente à luta por recursos e pelo controle das rotas marítimas.” (Frankopan, 2015, p. 20). A transcendência

do *footprint* comercial, sob a ótica CTS(A), revela o neoextrativismo na América Latina (Gudynas, 2013) e os impactos do extrativismo linear (Svampa, 2016), reforçando a centralidade do comércio na globalização econômica; certo é que,

“Somente com as circunavegações e explorações geográficas dos séculos XV e XVI é que o fato da Terra ser uma esfera se tornou amplamente conhecido e aceito. Mesmo no século XIII, o mapa mais comum era a projeção de Mercator, que visualiza a Terra como um cilindro ilimitado, essencialmente um plano envolto ao redor do globo, (...)” (Boulding, [1966]1968, p. 275, tradução nossa)

Direitos fundamentais metaindividuais, ligados à titularidade coletiva, não integravam o *tempo* social-legal do homem (quadro 9). No entanto, a linearidade econômica consolidou-se no comportamento dos Estados-nações. Regulamentações ambientais surgiram no século XVII, como o Código Florestal de 1669 na França, visando proteger florestas para construção naval e energia, e normas inglesas, sob o reinado de James I (1603-1625), sobre conservação de florestas usadas para caça (Groove, 1995). É factível afirmar que a troca biológica e cultural entre Velho e Novo Mundo redefiniu a geopolítica eurocêntrica (Crosby, 2003)

Do caos a ordem? A linearidade comportamental no séc. XXI reflete uma ordem alcançada, mas no séc. XVII, a troca de alimentos, impacto demográfico e reconfiguração ecológica (re)moldaram a relação Homem-Ecosfera. No séc. II a.C., a Rota da Seda já trazia “prosperidade, mas também morte e violência, doenças e desastres” (Frankopan, 2015, p. 17). Se “as leituras de mundo são feitas a partir de um padrão de encaixe” (Sousa, 2022, p. 13), reconhecer o *footprint* comercial do passado como base da produção e consumo atuais é essencial. Com cerca de 8 bilhões de pessoas (UN DERSA, 2012), integrar o *input* fome (fig. 12) à equação da vida tornou-se urgente, exigindo a ressignificação dos espaços e práticas urbanas. Afinal, “cidades e áreas urbanas são ecossistemas sociais complexos(...)” (Komninos *et al.*, 2011, p. 286, tradução nossa), onde se dever(ia) garantir o desenvolvimento sustentável.

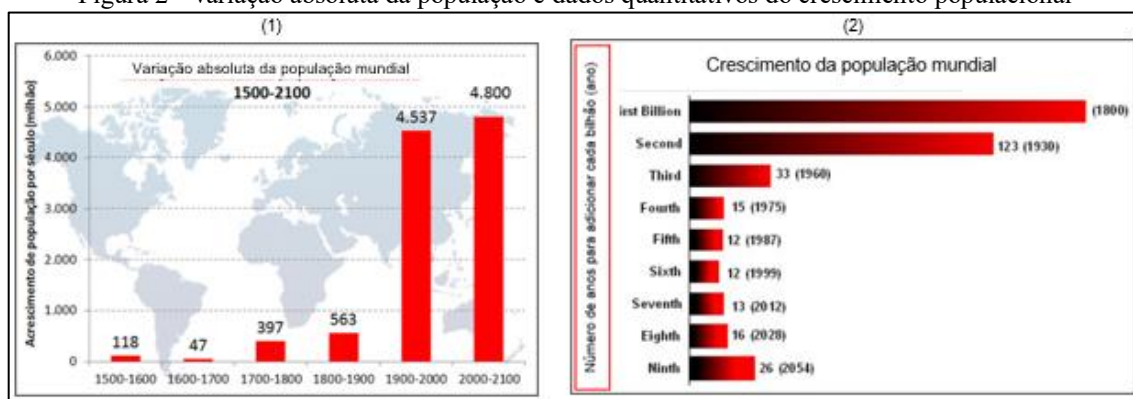
Se *hoje* sistemas ecológicos complexos inspiram, de forma interdisciplinar, cidades inteligentes e sustentáveis, *ontem* as cidades neolíticas revelavam notável engenhosidade. Entre 3300 e 1300 a.C., no Vale do Indo, Harappa e Mohenjo-Daro abrigavam dezenas de milhares de habitantes e dispunham de um sistema de esgoto tão sofisticado que “não seria rivalizado na Europa por milhares de anos” (Frankopan, 2015, p. 16), revelando interações antrópicas já imbricadas com as antigas Rotas da Seda.

A questão demográfica deve ser considerada neste período: nos idos de 1400-1500 havia ~350 a 375 milhões de indivíduos; ora, o impacto ambiental é sensível diante as dimensões socioculturais, econômicas e políticas. Nesse caminho, as projeções da variação absoluta da

população mundial no período de 1500-2100, revelam realidades e sistemas ecológicos complexos – questão tratada como superlotação, ou *crowding* – cotejada no item 4.3.2, diante a reflexão de Jay Forrester, em *World Dynamics* (1971).

O *tempo* geológico e social devem ser observados de maneira transversal; nesse sentido, a figura a seguir norteia as reflexões de Steffen (*et al.*, 2011), quando expõe justificativas históricas e tributárias para o Antropoceno (*fig.*, 5), e fomenta o protagonismo da industrialização. No entanto, há uma somatória de posturas – desencaixes desenvolvimentistas observados anteriormente – que culminam na era da industrialização.

Figura 2 - Variação absoluta da população e dados quantitativos do crescimento populacional



Fonte: UN DESA. World Population Prospects, 2012 Review: <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>

Certo é que, projeções históricas de GEE até 1750, prospectadas pelo *Atlas Global de Emissões* e OWID (2024) para emissões totais demonstram 01 GtCO₂e (quadro 25). O início da escalada!

2.3.2 Pegada agrícola e economia linear extrativista

No século XVII, o retirar-usar-descartar consolidou a linearidade econômica, intensificada no séc. XVIII com a transição dos métodos agrícolas tradicionais para a ciência agrícola, fruto do capital cultural objetivado (Bourdieu, 2007). Sob a ótica CTS(A), a pegada agrícola impulsiona estudos sobre bioeconomia e sociobiodiversidade, promovendo modelos menos lineares (Abramovay, 2012). Contudo, o crescimento populacional neste período reforça a tensão Homem-Ecosfera: de ~600 a 700 milhões em 1700 para ~900 milhões a 1 bilhão de humanos em 1800 (UN DESA, 2012). O Prometeu (humano), estabelecendo *ordem*, expande população e aperfeiçoa a linearidade.

Malthus (1964) alertou para os desdobramentos desse período – o crescimento populacional superaria a capacidade do sistema-Terra de sustentar pessoas, levando a conflitos por recursos e frustrando o ideal utópico de equilíbrio Homem-Ecosfera. Meadows (1972)

reforçou essa preocupação ao discutir os impactos do crescimento exponencial da população e da economia em um planeta finito, pois “(...) a população aumentará tanto quanto for necessário para gerar o nível de escassez de alimentos necessário para suprimir o crescimento” (Forrester, 1971, p. 90). Furtado (1974, p. 19), em contrapartida, alertava que “que o sistema econômico mundial entraria necessariamente em colapso.”

A pegada comercial impulsiona o *footprint* agrícola e vice-versa, sustentando um ciclo extrativista que reflete ideais desenvolvimentistas e aperfeiçoa o modelo linear do tomar-fazer-descartar. Afinal, “os economistas, em particular, em sua maioria, não conseguiam enfrentar as consequências finais da transição da Terra aberta para fechada” (Boulding, [1966]1968, p. 275, tradução nossa).

De maneira (in)consequente ou por ignorância consentida (Latour, 2020, p. 27-29), os desencaixes, *hoje*, clamam por aterramento. Talvez a ideia de aterrar esteja ancorada na ancestralidade, replicada no séc. XVIII, diante o extrativismo linear e a busca de progresso-crescimento-desenvolvimento. Entretanto no *hoje*, ~324 anos depois da expansão comercial e sob o pêndulo causa-efeito, Kate Raworth (2019) propõe um modelo de economia visando equilíbrio entre necessidades humanas e limites ambientais, diante o conceito de *doughnut economics* (item 4.5.1.3); contudo, ponderar que “nenhum país jamais pôs fim à privação humana sem uma economia em crescimento. E nenhum país jamais pôs fim à degradação ecológica com esse crescimento.” (*idem*, p. 264) provoca reflexões sobre causa-efeito na relação Homem-Ecosfera. Seria uma remodelagem do utopianismo malthusiano? Se há (in)consequências, estas são fruto da busca por *ordem*, crescimento e desenvolvimento? Talvez *ordem* tenha rumo contrário no *hoje*, diante as epistemes cotejadas nos capítulos 4 e 5.

Dois desencaixes de três, observados até então. Em tempo, regulamentações ambientais também são observadas no séc. XVIII, a saber: na Suécia, o Privilégio Real e Leis Florestais em 1734, diante promulgação da Lei Florestal Sueca que estabelecia regras para manejo e proteção de florestas como medida de compensação do extrativismo de madeira para construção naval e indústria; na Inglaterra, o *Act for the better regulation of Chimney Sweepers* de 1788 e o *Alkali Act* de 1863 e os primeiros sinais de preocupação com a qualidade do ar, segundo Brimblecombe (1997).

Projeções históricas até 1750, prospectadas pelo *Atlas Global de Emissões* e OWID (2024) indicam um total de 1 GtCO₂e em emissões acumuladas (quadro 25).

2.3.3 Footprint industrial: trajetórias e a intensificação do extrativismo linear

O 3º desencaixe inicia-se na questão demográfica: em 1800, a população mundial era de ~1 bilhão e, em 1900, atingiu ~1,6 a 1,7 bilhão de humanos (UN DESA, 2012). O Holoceno permanece como tempo geológico, mas o tempo social do século XVIII marca o florescimento dos Direitos Fundamentais: *Bill of Rights* (1688), Declaração de Independência dos EUA (1776) e a Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão (1789). Direitos civis e políticos emergem no século XVIII, sociais e econômicos nos sécs. XIX e XX – quando então surgem os direitos metaindividuais ao meio ambiente e a paz (quadro 9). Contudo, “No que se refere ao significado da palavra direito na expressão ‘direitos do homem’, o debate é permanente e confuso” (Bobbio, [1992] 2004), p. 10).

A falta de preocupação, ou ignorância consentida, com o meio ambiente, função socioambiental e poluidor-pagador (item 4.4) demonstra tal desencaixe. Ainda assim, surgem iniciativas ambientais: no Brasil o “Jardim Botânico do Rio de Janeiro” em 1808 (Drummond, 1997), nos EUA, o *Yellowstone National Park* (1872) protegendo a vida selvagem da exploração (Haines, 1996), e, no Canadá, o *Banff National Park* (1887) visando conservar flora e fauna (Luxton, 2008).

Estabelecer instrumentos para coordenar o crescimento humano no sistema-Terra é essencial. Como equilibrar o binômio Homem-Ecosfera e sustentar ~1,6 a 1,7 bilhão de indivíduos? Berness-Lee (2020), em *How bad are bananas?* detalha pegadas de carbono, incluindo alimentos; no mesmo caminho, o quão ruim são ovos, ou proteína animal como impactos ambientais? A decomposição anaeróbica gera metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂), sopesados no cálculo de GEE (90% CO₂; 8% CH₄; e, 2% N₂O) segundo LULUF(2024) e IPCC(2021; 2022), ver quadro 27. No século XVIII-XIX, essas demandas já eram complexas para 1,7 bilhão de pessoas; entre os séculos XX-XXI, com ~8 a 9 bilhões, o desafio cresce, caracterizado pelo *crowding*, analisado por Forrester (1971) em *World Dynamics*.

A pegada industrial transformou radicalmente a produção, distribuição e consumo de bens no sistema-Terra – “um sistema aberto (...), na medida em que implica que algum tipo de estrutura é mantida em meio a um fluxo de entrada e saída” (Boulding, [1966]1968, p. 276, tradução nossa). O humano, agente inventivo-empresendedor, alterou paradigmas socioeconômicos e políticos: James Watt (1736-1819) e a energia a vapor, utilizando a matriz energética “carvão”, impulsionou a indústria, enquanto a maquinofatura (1760-1840), a era do

ação e eletricidade (1850-1914) e a Revolução Tecnológica (pós-1945) estruturaram a evolução industrial (Hobbsbawn, 2014, p. 79).

Tais ciclos fundamentam discussões sobre (i) a disruptura antropocênica (*fig. 5*) e reflexões de Steffen (*et al.*, 2011) sobre o legado da evolução antropocênica (item 3.2.1). Ideologias de linearidade comportamental e econômica, adequadas a cada época, derivam do arquétipo multimilenar humano: aldeias neolíticas ontem, Estado-nações desenvolvimentistas hoje; nesse contexto,

Nenhuma sociedade conseguiu se industrializar sem grandes deslocamentos sociais. Há também distinções entre impactos sociais de curto e longo prazo. O foco dos historiadores mudou à medida que as consequências mais duradouras se tornaram mais evidentes (Stearns, 2012, p. 69).

A interação Homem-Ecosfera segue uma lógica “soma-zero”: um ganha, outro perde. Se humanos são uma emergência da vida no sistema-Terra (Morin, 2003), o arcabouço científico-tecnológico herdado da ancestralidade consolidou essa dinâmica, reforçando a interconexão global das transformações econômicas e sociais (Stearns, 2012). Tal lógica se estrutura no ensaio *Non-Cooperative Games*, de Nash (1950), ao introduzir o conceito de equilíbrio (item 3.3.1) que, ao seu turno, confronta a lógica “soma não zero” onde, ambas as partes ganham – essência do equilíbrio de Nash.

Geolocalizar o humano apenas sob a visão eurocêntrica da pegada industrial é reducionismo. A essência do equilíbrio deveria ser observada. Contudo, no tempo social, a “era dos Direitos” (Bobbio, [1992]2004) desencadeou mudanças complexas, transcendendo o processo industrial do norte Global. Nesse contexto, Harari (2020, p. 354) afirma: “A economia moderna cresce graças à nossa confiança e à disposição do capitalismo onde se exige energia e matéria prima” para a perpetuação da existência humana – uma predição ao Capitaloceno, discutido nos próximos capítulos.

As “engrenagens industriais” consolidaram a linearidade econômica, permitindo a exploração de “nutrientes” produtivos além-mar (*footprint* comercial) em um sistema aberto (Boulding, *op. cit.*). A interconexão global sustenta a complexa equação da existência humana no sistema-Terra. Latour (2020a) denuncia a ignorância consentida sobre os *footprints* industriais e o crescimento econômico que ignora a lógica do sistema fechado onde – “não há entradas externas nem saídas para fora, se fato não existe um “fora” de verdade” (Boulding, [1966]1968, p. 276, tradução nossa). Nesse mesmo contexto, Raworth (2019, p. 264) reforça que “(...) nenhum país jamais pôs fim à degradação ecológica com esse crescimento”.

A industrialização eurocêntrica impulsionou a engenharia econômica, ancorada em teorias clássicas, como as de Adam Smith ([1776]1983), que fundamentou o livre mercado e o capitalismo (soma-zero). A metáfora “Mão Invisível” sugere que “(...) ao perseguir seus próprios objetivos, o indivíduo muitas vezes promove o interesse da sociedade muito mais eficazmente do que quando tenciona realmente promovê-lo” (*idem*, p. 379). Benefícios coletivos? Estes orbitam a complexa equação da vida humana. Empréstimo de Enrico Leff, argumento esclarecedor deste contexto.

Em Smith, a teoria do valor ainda se encontrava aprisionada no jogo de representações e similitudes que constitui a configuração epistemológica do saber (...) Com Ricardo, aparece o trabalho como princípio gerador do valor, mas este se resolve na categoria de salário ou em uma mercadoria-padrão. Em Marx, a categoria de *tempo de trabalho socialmente necessário* aparece como a *substância do valor*; é o princípio estrutural e quantitativo que permite um conhecimento objetivo sobre a dinâmica do capital. (Leff, 2006, p. 32)

Segundo Harari (2020, p. 368), a dinâmica do capital “Deu certo!”, pois formaram-se bons consumidores. Para acelerar o ciclo econômico, o desenvolvimentismo industrial adotou a obsolescência planejada – estratégia de projetar bens de vida curta e incentivar o desperdício. Em *The Waste Makers*, Packard (1960) expôs *A Obsolescência Planejada do Desejo* (...), técnica de tornar produtos obsoletos por meio do seu *design*, seja pelo desgaste, seja pela aparência degradada (*idem*, p. 46, tradução nossa) – um marco da intrepidez humana, balizada na lógica soma-zero (Nash, 1950). No mesmo sentido, o modelo de “Progresso Através do Caos Planejado” (*idem*, p. 85, tradução nossa), quando cotejado com as ideias de economia em *loop* e de *performance* (item 4.2.2.1), reforça essa postura intrépida do homem – onde “alguém ganha”, outro perde.

A economia capitalista-linear, investe na cadeia de produção e no ciclo produtivo, propondo (re)*designs* “melhorados” que visam a obsolescência planejada. Como consequência, ampliam-se ciclos de consumo e descarte – um sistema aberto de produção e consumo. Na contramão, a concepção de sistemas fechados de produção e consumo (soma não-zero) desafia a lógica linear, pois “Em um sistema fechado, as saídas de todas as partes do sistema estão ligadas às entradas de outras partes.” (Boulding, [1966]1968, p. 276, tradução nossa); nesse cenário, a retórica latouriana do Prometeu (cauteloso) e os mecanismos para *design* em múltiplas dimensões afrontam o industrialismo, e o próprio *design* industrial de outrora, pois:

O design... é uma tentativa de fazer uma contribuição por meio da mudança. Quando nenhuma contribuição é feita ou pode ser feita, o único processo disponível para dar a ilusão de mudança é o 'estilo.' Em uma sociedade tão totalmente comprometida com a mudança como a nossa, a ilusão deve ser

fornecida aos consumidores se a realidade não estiver disponível. (Packard, 1960, p. 46, tradução nossa)

Steffen (*et al.*, 2001) desvelam os efeitos dessa ideologia na evolução histórica do Antropoceno. Homem-Ecosfera, Causa-Efeito e *footprints* flertaram (in)conscientemente com o *caos* ao longo da história? Sim, pois hoje, em busca de nova ordem, a engenharia econômica propõe alternativas à linearidade. Um *design* restaurativo (item 4.5.1.3), segundo Wahl ([2016]2020), alinha-se à ideia de que “A solução para a mudança climática deve ser transformadora para toda economia” (Mazzucato, 2022, p. 136).

No entanto, o arquétipo multimilenar do humano extrativista persiste. O (re)pensar do (pós)moderno ancora-se nos *footprints*, base para debates sobre Antropoceno, Economia Circular e Pós-sustentabilidade. Afinal, “Nossas dificuldades ambientais seriam compreensíveis se não soubéssemos nada sobre os requisitos para um relacionamento equilibrado entre o homem e a natureza.” (Bookchin, 1962, p. 210, tradução nossa). O Antropoceno está em marcha, mas é um neologismo latente à própria época – questão abordada no próximo capítulo. Por ora, a industrialização permanece holocênica.

Neste período (1750-1950), segundo o *Atlas Global de Emissões* e OWID (2024), as projeções de emissões de GEE demonstram o acúmulo de 2370 GtCO₂e (quadro 25).

2.3.4. Legado da intensificação linear: *footprints* do (pós)moderno

Como afirmado, três desenhos foram identificados até aqui. Além disso, diferentes abordagens (pós)modernas sobre as relações antrópicas e seus desdobramentos, corroboram a construção da disruptura antropocênica e alimentam a celeuma sobre a formalização de uma nova Época ou evento, discutida no capítulo 3. Compreender essas relações é essencial para captar as concausas que (in)diretamente ressoam no *tempo* geológico e social. Nesse contexto, Lewis e Maslin (2014) em *Defining the Anthropocene*, analisam a relação causa-efeito para na aritmética da vida humana no sistema-Terra.

Datações são relevantes, como será observado, pois um pluriverso epistêmico orbita o estudo do Antropoceno, onde *footprints*, sopesam as conjecturas do Grupo Trabalho do Antropoceno (AWG), cotejado no item 3.2.2. Geolocalizar a humanidade no tempo permite construir uma cosmovisão na trama espaço-temporal que ultrapassa o tempo geológico, envolvendo o tempo social do (pós)moderno – uma “era do Direito” (Bobbio, [1992]2004), em que metaindividualidades e o socioambientalismo passam a integrar as gerações/dimensões dos Direitos Fundamentais no sec. XX (item 3.3); em tempo, quanto ao processo de datações:

Quadro 2 - Potenciais datas de início para uma Época formal do Antropoceno

EVENTO	DATA	EXTENSÃO GEOGRÁFICA	MARCADOR ESTRATIGRÁFICO PRIMÁRIO	POTENCIAL GSSP DATA*	POTENCIAIS ESTRATÓTIPOS AUXILIARES.
EXTINÇÃO DA MEGAFauna	50,000 a 10,000 a.P.	Quase global	Megafauna fóssil	Nenhum, diacrônico em 40,000anos	Carvão em depósitos Lacustres
ORIGEM DA AGRICULTURA	11,000 a.P.	Sudoeste da Ásia, tornando-se global	Fóssil de pólen ou fitólitos	Nenhum, diacrônico em 5,000 anos	Fóssil de pólen de culturas, fitólitos, carvão
AGRICULTURA EXTENSIVA	8,000 a.P. até o presente	Evento Eurasiático, impacto global	Inflexão de CO₂ no gelo de geleira	Nenhum, inflexão muito difusa.	Fóssil de pólen de culturas, fitólitos, carvão, minerais cerâmicos
PRODUÇÃO DE ARROZ	6,500 a.P. até o presente	Evento do Sudeste Asiático, impacto global	Inflexão de CH₄ no gelo de geleira	5,020 a.P. CH₄ mínima	Machados de pedra, restos fossilizados de ruminantes domesticados
SOLOS ANTROPOGÊNICOS	3,000–500 a.P.	Evento e impacto local, mas disseminado	Solo escuro com alta matéria orgânica	Nenhum, diacrônico não bem preservado.	Fóssil de pólen de culturas
COLISÃO NOVO VELHO MUNDO	1492–1800	Evento Eurásia–Américas, impacto global	Ponto baixo de CO₂ no gelo de geleira	1610 CO₂ mínima	Fóssil de pólen, fitólitos, carvão, CH ₄ , espeleotema d ¹⁸ O, tetra razão { ¹⁴ N: ¹⁵ N}
REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	1760 até o presente	Evento no noroeste da Europa, impacto local, tornando-se global	Cinzas volantes de queima de carvão	1900 (ref. 94); diacrônico por mais de 200 anos	Composição de diatomáceas em sedimentos lacustres
DETONAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES	1945 até o presente	Eventos locais, impacto global	Radionuclídeos (¹⁴ C) em anéis de árvores	1964 ¹⁴ C pico1	Razão ²⁴⁰ Pu: ²³⁹ Pu, compostos de cimento, plástico, chumbo e outros metais
PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS PERSISTENTES	1950 até o presente	Eventos locais, impacto global	Por exemplo, pico de SF₆ no gelo de geleira	Picos frequentemente muito recentes para datar com precisão	Compostos de cimento, plástico, chumbo e outros metais

Fonte: (Lewis; Maslin, 2015, p. 175, grifo e tradução nossa) “Table 1 – Potential start dates for a formal Anthropocene Epoch”.

Analisar o quadro acima sob o prisma da cenarização prospectiva, proposta no início deste capítulo, revela conexões significativas. O período de 1492 a 1800 marcou o evento Eurásia-Américas e seu impacto global, com o ponto de baixo de CO₂ registrado no gelo glacial, atingindo seu mínimo em 1610.

O quadro acima evidencia 1610 como ponto de inflexão planetária, marcada pelo mínimo de CO₂ atmosférico e por indicadores biogeoquímicos associados à colisão entre o Velho e Novo Mundo (1492-1800). Ainda que o volume acumulado de emissões fosse de 1 GtCO₂e – marco interpretado como “embrião” do alarmismo climático contemporâneo para legitimar mudanças paradigmáticas e reconfigurações da história ambiental.

As pegadas históricas, projetadas na trama espaço-temporal, *hoje* são referendadas como *footprints* ecológico, hídrico, de carbono e materiais, exigindo uma leitura transversal e interdisciplinar. No escopo CTS(A), ressignificar pegadas é essencial, pois são resultado de um arquétipo multimilenar.

Footprints ambientais (pós)modernas seriam uma antevisão inovadora e disruptiva da realidade?

Quadro 3 - Epistemes sobre “*footprints*” com enfoque CTS(A)

FOOTPRINTS	CONCEITO INTRODUZIDO
(I) ECOLOGICAL FOOTPRINT MATHIS WACKERNAGEL E WILLIAM REES OBRA: OUR ECOLOGICAL FOOTPRINT: REDUCING HUMAN IMPACT ON THE EARTH (1996)	“A análise da pegada ecológica é uma ferramenta contábil que nos permite estimar o consumo de recursos e os requisitos de assimilação de resíduos de uma população humana ou economia definida, em termos de uma área de terra produtiva correspondente. (...) quão dependente está a população estudada das importações de recursos de outros lugares e dos resíduos.” (p. 09, tradução nossa)
(II) WATER FOOTPRINT ARIEN Y. HOEKSTRA OBRA: THE WATER FOOTPRINT OF MODERN CONSUMER SOCIETY (2019)	“... mede o consumo de água doce como recurso, bem como o uso de água doce para assimilar resíduos (Hoekstra, 2003; Hoekstra et al., 2011). São distinguidos três componentes: a pegada hídrica verde, azul e cinza. A 'pegada hídrica verde' refere-se ao consumo dos chamados recursos de água verde (água da chuva), enquanto a 'pegada hídrica azul' mede o consumo dos chamados recursos de água azul (água subterrânea e superficial). (...) A 'pegada hídrica cinza' refere-se ao volume de água necessário para assimilar poluentes provenientes de atividades humanas que entram em corpos de água doce.” (p. 03, tradução nossa)
(III) CARBON FOOTPRINT MIKE BERNERS-LEE OBRA: HOW BAD ARE BANANAS? THE CARBON FOOTPRINT OF EVERYTHING, ([2010]2020)	Guia rápido sobre pegadas de carbono (...) Pegada de carbono é uma expressão terrivelmente mal utilizada. Quero deixar clara minha definição. (...) estou usando <i>pegada</i> como uma metáfora para o impacto total que algo tem. E estou usando a palavra <i>carbono</i> como uma abreviação para todos os diferentes gases de efeito estufa que causam o aquecimento global. Portanto, estou usando o termo <i>pegada de carbono</i> como uma forma abreviada de significar a melhor estimativa que podemos obter do impacto total das mudanças climáticas causado por algo. Esse algo pode ser qualquer coisa – uma atividade, um item, um estilo de vida, uma empresa, um país ou até mesmo o mundo inteiro. (p. 14, tradução nossa)
(IV) MATERIAL FOOTPRINT FRIEDRICH SCHMIDT-BLEEK OBRA: THE FOSSIL MAKERS (WIEVIEL UMWELT BRAUCHT DER MENSCH? - MIPS: DAS MAß FÜR ÖKOLOGISCHES WIRTSCHAFTEN), 1993	“Para produzir a riqueza de que desfrutamos, areia, cascalho, água, ar, solo superficial, minérios, cimento, terra e muito mais precisam ceder ao nosso avanço. Cada produto que usamos, cada serviço que nos proporcionamos, carrega um “fardo ecológico” de materiais que precisaram ser movidos ou transformados para que se tornassem um produto ou serviço. (...)” (p. 06, tradução nossa)

Fonte: traduzido e adaptado pelo autor.

Precusores das pegadas do *hoje* foram discutidos nos itens anteriores; contudo, abordar Antropoceno, Economia Circular e Pós-sustentabilidade sem considerar as dinâmicas caos-ordem e causa-efeito seria reducionismo. Tampouco se pode ignorar a linearidade comportamental-econômica – *input* decisivo para equacionar a vida no sistema-Terra. Busca-se, talvez, um Prometeu (Cautelo)? (Latour, [2008]2014), dotado de cosmovisão para o (eco)*design* regenerativo, além da coisificação e comodificação da natureza.

No *ontem*, pegadas eram apenas marcas no solo. Hoje, no pluriverso epistêmico, *footprints* transcenderam de vestígios humanos a uma força geológica no sistema-Terra (capítulo 3). Mas inquietações CTS(A) emergem: se a historicização molda realidades e microcosmos, como (re)configurar esse legado? Tal inquietação é cotejada no capítulo 4, problematizando a “circularidade econômica - do pó ao pó?”.

2.4 (Des)encaixes sob o olhar CTS(A): inquietações e possibilidades

“O que acontece quando o excepcionalismo humano e o individualismo metodológico, esses clichês da filosofia ocidental e da economia política, se tornam impensáveis para as grandes ciências, sejam naturais ou sociais?” (Haraway, 2022, p. 67). A inquietação nasce de um arquétipo ancestral: o humano como “entidade superior”, movido por motivações individuais. Seria a tensão Homem-Ecosfera expressão desse individualismo? Responder exige

um pensamento multi, trans e interdisciplinar (Piaget, 1972), capaz de problematizar os (des)encaixes na tessitura espaço-tempo, diante:

(i) *Necessidade de uma compreensão sistêmica da realidade que circunda o humano:* Soluções, e não meras remediações, exigem uma visão holística de contextos complexos, atacando causas subjacentes. Se inserida no Antropoceno, a Economia Circular pode realmente romper com o paradigma econômico sistêmico-linear multimilenar ou seria apenas um clichê remediador? Questão evidenciada na figura 18 e quadro 28 e abordada nos itens 5.3.1 e 5.3.3.

Apropriada expressão “relação com o mundo” demonstra até que ponto estamos, por assim dizer, *alienados*.” (...) A ideia é que os humanos enfim compreenderam que fazer parte de um “mundo natural” ao qual devem aprender a se conformar?” (Latour, 2020a, p. 33).

(ii) *Apreensão da realidade como um processo histórico-social:* CTS(A) revela um processo imbricado de fatores históricos, antropológicos, econômicos, sociais, culturais e ecológicos. Seria a cosmovisão um produto da historicização, onde a consciência humana oscila entre *ordem* e *caos*, verdade e ilusão? O ganho consciencial resulta e (in)consequência ou ignorância consentida? Efeitos da intrepidez do Prometeu (humano) foram excluídos da equação da vida no sistema-Terra? A era nuclear (quadro 18) e a busca por uma equação CTS(A) para vida sustentável (quadro 23, 3º item) tensionam esse debate, alicerçados, como exemplo, por Arendt:

Falei como se o âmbito político não fosse mais do que um campo de batalha de interesses parciais e antagônicos, onde nada contasse senão prazer e lucro, partidarismo e ânsia de domínio(...). Todavia, o que eu queria mostrar aqui é que toda essa esfera, não obstante sua grandeza, é existência do homem e do mundo. (...) Conceitualmente podemos chamar de verdade aquilo que não podemos modificar; metaforicamente, ela é o solo sobre o qual nos colocamos de pé e o céu que se entende acima de nós. (Arendt, 1997, p. 324-325)

(iii) *Reconhecimento e respeito à diversidade e cultura:* Caberia ao CTS(A) equalizar múltiplas dimensões envolvidas na celeuma temporal-social-ambiental? No mundo atual, realidades complexas exigem temperança interdisciplinar, pois a construção social de saberes (Sismondo, 2010) revela matizes socioeconômicos e culturais distintos. O excepcionalismo humano transveste-se em abissalismo Norte-Sul global, intensificando desigualdades. Sustentabilidade – o que está a se sustentar? Economia Circular para o crescimento econômico ou para um modelo verdadeiramente sustentável? “Antropoceno - para quem? (ver quadros 4 a 8). Tais inquietudes serão aprofundadas nos itens 4.5 e 5.3, onde se tensionam as promessas discursivas e os limites estruturais desses paradigmas. Fato é que:

Grupos humanos culturalmente diferenciados que historicamente reproduzem seu modo de vida, de forma mais ou menos isolada, com base em modos de cooperação social e formas específicas de relacionamento com a natureza. Esta noção se refere tanto a povos indígenas quanto a segmentos da população nacional que desenvolveram modos particulares de existência, adaptados a *nichos ecologicamente específicos*. (Diegues, 2004, p. 32)

(iv) *Busca pela solução de demandas sociais*: O equilíbrio entre necessidades humanas deveria guiar o debate socioambiental, mas o que deseja o (pós)moderno? Demandas variam conforme a localidade, pois não há um parâmetro único no sistema-Terra. Mediar necessidades (i)mediatas e questões socioeconômicas-ambientais exige cautela, já que produção e consumo divergem, mas são metrificáveis (*figs.* 16-17). A glocalização articularia dinâmicas global-local (Robertson, 1992; Roudometof, 2016), abrindo caminho a um pós-abissalismo? Antropoceno e Economia Circular, sob a ótica CTS(A) redefiniriam geopolíticas e ressignificariam valor e economia? Inquietudes discutidas no item 5.1; contudo:

A teoria do valor não é o centro (...) O materialismo histórico debateu amplamente o processo que haveria de determinar a superação do modo de produção capitalista, entre a luta de classes e o desenvolvimento das forças produtivas. (...) As armas do método dialético permitiram ao materialismo histórico desvelar as causas da exploração social e da natureza, mas foi incapaz de ver a própria historicidade da teoria do valor, quer dizer, a forma como a teoria do valor haveria de desvalorizar-se dentro de sua própria dialética *histórica*, antes de ser destituída pela revolução proletária. (Leff, 2006, p. 32-33)

(v) *Promoção da aprendizagem, participação e envolvimento*: Cosmovisão é essencial para uma ação conscientizadora e regenerativa, orientando a assimilação de saberes e a transformação da realidade. A construção social do conhecimento poderia viabilizar idepolíticas sustentabilistas (*fig.* 19). Em contrapartida a apropriação de saberes revela que os *footprints* simbolizam a roteirização do *caos*, (des)localizando o humano no sistema-Terra. Latour (2020a, p. 219) afirma que: “Quem se orgulha de pensar globalmente nunca se afasta da maldição de Atlas(...)” e, ao buscar aterramento, aduz: “se não há solo para alojar o globo da globalização, então ninguém mais possui uma terra para chamar de sua (*idem*, 2020b, p. 14). Ora, objetivos de desenvolvimento sustentável existem, mas não há progresso prometeico sem (eco)adequação do extrativismo (ver *figs.* 13 a 15).

À época, todos sabiam que a questão dos limites se apresentaria mais cedo ou mais tarde; mas a decisão tomada (ao menos entre os modernos) foi a de ignorar solenemente o problema, motivados por uma forma muito estranha de desinibição. Desse modo, poderiam muito bem seguir saqueando o solo, usando e abusando dele sem dar ouvidos aos profetas do infortúnio, já que o próprio solo permaneceria relativamente quieto! (Latour, 2020b, p. 27)

(vi) *Reavaliação das práticas educativas*: A educação precisa ser reestruturada para abordar culturas regenerativas. Criar um Prometeu (Cauteloso) (Latour, [2008]2014) seria o caminho? A reconciliação Homem-Ecosfera, extemporânea ou não, teve início com o Clube de Roma (1968), nas reflexões de Meadows (1972), desdobradas em Estocolmo (1972), e nas inquietudes de Furtado (1974) – iniciativas ideológicas se traduziriam em políticas públicas de Estados-nações (ver item 4.6). Nesse contexto, emergem inquietações CTS(A): 52 anos de (eco)conscientização demonstram que a sustentabilidade por si só, não basta (Wahl, [2016]2020). Para além do discurso, como exposto nos quadros 12 a 14, é preciso transformação estrutural. Nesse sentido, José Eli da Veiga afirma que:

A vida é inimiga da vida devido a um efeito colateral do processo de evolução. As espécies mudam bastante, mas a biosfera não. A cada etapa evolutiva, parte das espécies vão, individualmente, aprimorando as características que permitem a cada uma triunfar no jogo da sobrevivência. (Veiga, 2019, p. 40)

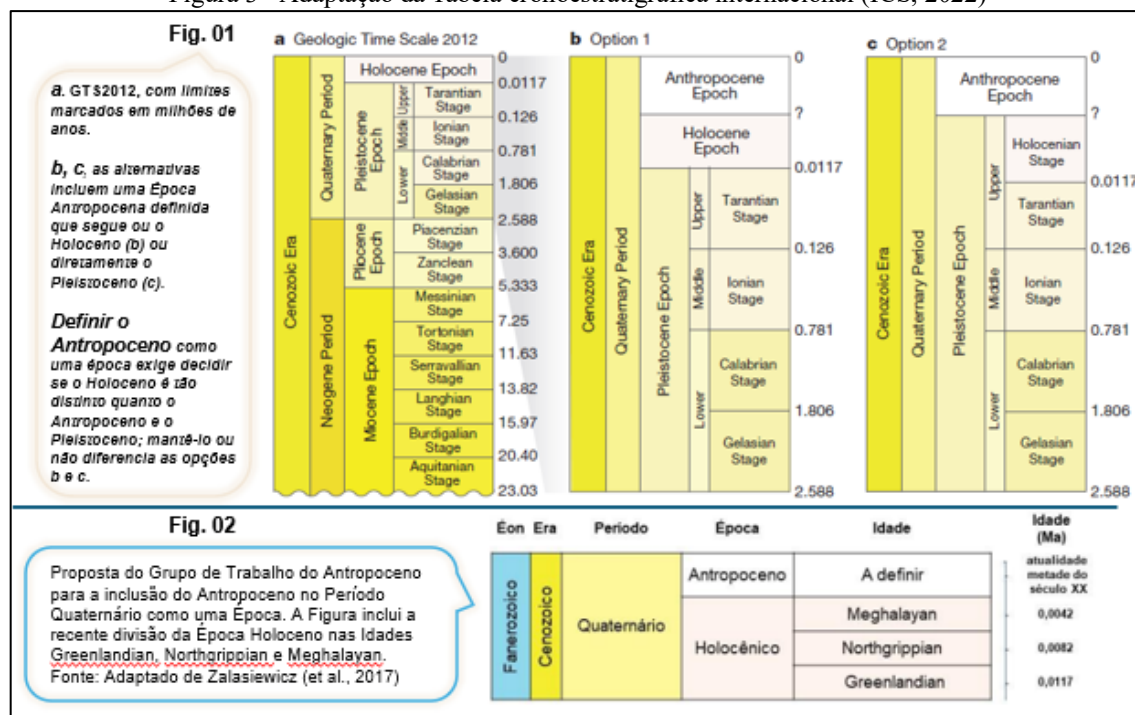
(vii) *Necessário fomento para uma consciência crítica*: Diálogos informados são cruciais para enfrentar desafios socioeconômico-ambientais, exigindo uma compreensão integrada das relações Homem-Ecosfera. A teoria ator-Rede (ver quadro 18) assume papel central, pois a imbricação interdisciplinar entre organizações governamentais, não governamentais, internacionais e domésticas compõem um mosaico decisório que, em tese, permitiria ao (pós)moderno tomadas de decisões (eco)efetivas no século XXI – sobre decisões que flertam a (eco)efetividade, ver quadros 12 a 14.

O observador agora está pronto para formular o que antes lhe parecera uma mistura de redes de textos contendo uma multiplicidade de enunciados. A rede propriamente dita e constituída de várias operações sobre e entre enunciados. Torna-se possível, portanto, retratar a história de uma assertiva particular, passando de um tipo de enunciado a outro, e perceber como seu grau de facticidade aumenta ao diminuir constantemente, como resultado de diversas operações. (Latour, 1997, p.88).

Retomar a indagação inicial de Haraway (2022), sobre o excepcionalismo humano e o individualismo metodológico revela que o (pós)moderno dispõe de instrumentos cognitivos que lhe confeririam a capacidade de conquistar o sistema-Terra. “Deu certo!” (Harari, 2020, p. 368); contudo, sob a lente CTS(A), essa dominância reverbera em realidades multiexistenciais complexas (figs. 9, 12, e 18). Respeitados os microcosmos, CTS(A) pode ser o elo na construção de soluções para crises multifacetadas; nesse caminho, Latour (2020b, p. 50) assevera: “Como se nós, os Modernos, nunca tivéssemos sabido qual era o âmbito geral de nossa ação, tampouco a direção geral da nossa história.”

Ladeando essas inquietações, a celeuma sobre a formalização do termo Antropoceno capilariza discussões que expõem o binômio causa-efeito. O Prometeu (humano), agente de transformações no sistema-Terra, é um fractal social-ambiental, expondo padrões recorrentes em diferentes contextos. Nesse cenário, em *Defining the Anthropocene* (Lewis; Maslin, 2014) e em *A nova Idade Meghalayan* (Silva, et al., 2018) há um debate sobre esta transição. A figura a seguir expõe as (in)certezas na adaptação da tabela cronoestratigráfica (ICS, 2022).

Figura 3 - Adaptação da Tabela cronoestratigráfica internacional (ICS, 2022)



Fontes: (i). (Fig. 01) *Defining the Anthropocene* (Lewis; Maslin, 2015, p. 171); (ii). (Fig. 02) *A Nova Idade Meghalayan: O que isso Significa para a Época do Antropoceno?* Silva (et al. 2018, p. 1654)

A construção de uma agenda global interdisciplinar exige difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos. Nesse sentido, “a questão da utilidade do conhecimento enraizado nas discussões sobre a avaliação de ciências e tecnologias, e um novo arcabouço institucional e uma nova mentalidade se impõe” (Andrade; Silva, 2011. p. 292).

A figura acima evidencia essa utilidade ao expor o humano Quaternário, Holocênico e Megaliano, preso a linearidade comportamental-econômica, mas sem geolocalização no *tempo*. “Onde aterrar?” (Latour, 2020b). Talvez a resposta resida na *Revolução ecojurídica: o direito sistêmico em sintonia com a natureza e a comunidade* (Capra; Mattei, 2018). Nesse contexto, o capital cultural – incorporado, objetivado e institucionalizado – torna-se fundamental. Incursões epistemológicas CTS(A) são fruto desse processo; Bourdieu (1930-2002), ao abordar o acúmulo consciencial, destaca que a riqueza cultural classifica os humanos em diferentes hierarquias sociais, influenciando sua geolocalização no *tempo* e *espaço*.

Bourdieu em sua obra *L'amour de l'art* ([1966]2003), analisou os efeitos do capital cultural sobre acesso e apropriação da arte e da experiência estética. Em *La Reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement* ([1970]1975), abordou o papel desse capital cultural na reprodução das desigualdades sociais. Posteriormente, em *La distinction* ([1979]2007), aprofundou-se na luta simbólica pela classificação social, oposta ao “bom gosto”. Já em *Homo academicus* ([1984]1999), destacou a influência do capital cultural na produção acadêmica na França, enquanto em *La noblesse L'État* ([1989]2001), analisou a formação de elites burocráticas e excelência do capital cultural.

La Distinction (Bourdieu, [1979]2007) se destaca ao demonstrar como o capital cultural molda preferências culturais e divisões simbólica entre classes sociais, influenciando escolhas político-econômicas, e ambientais que orbitam em três formas: (i) “capital cultural incorporado das gerações anteriores funciona como uma espécie de avanço (no duplo sentido de vantagem inicial e de crédito ou usufruto antecipado)”, (*op. cit.*, p. 70); (ii) o objetivado, “(...)vestígio ou a realização de teorias ou de críticas dessas teorias, de problemáticas e de sistemas conceituais, apresentam-se como um mundo autônomo que, embora seja o produto da ação histórica, tem suas próprias leis(...)” (*idem*, p. 213), e; (iii) o institucionalizado, “As diferenças nas maneiras que se exprimem diferenças no modo de aquisição - ou seja, na antiguidade do acesso à classe dominante – associadas, freqüentemente [sic], a diferenças no capital possuído, (...)” (*op. cit.*, p. 67).

Entrementes, a desanimalização consciencial moldou os arquétipos humanos, reproduzindo padrões civilizatórios, mas o ciclo histórico extrativista persiste, enquanto fronteiras planetárias são tensionadas no presente. O capital incorporado foi objetivado e institucionalizado – então, para onde “doutos e mundanos” conduziram o humano? (i) Ao caos? Fome, desigualdades extremas (*fig. 12*), novos continentes de plástico nos oceanos, aquecimento global, crise climática? ou; (ii) À ordem? Igualdade formal e material, equidade, equilíbrio Homem-Ecosfera, uma ordenança global consciente. “Onde estou?” (Latour, 2021).

A interseção interdisciplinar entre ciência, política e economia enfrenta efeitos cumulativos da relação antrópica com o sistema-Terra. A tríade bourdieusiana do capital cultural não apenas estrutura os quadros e figuras expostos, mas também influencia a própria construção dos Direitos Fundamentais, limites do crescimento (Meadows, 1972), o (eco)desenvolvimento econômico e sustentável e cria conjecturas sobre *O Mito do Desenvolvimento* (Furtado, 1974)

A cenarização prospectiva em face das projeções de GEE do IPCC, WBO, FAO, LULUF, *Carbon Dashboard* e *Atlas Global de Emissões* evidenciam essa complexidade. O mesmo ocorre com as iniciativas do (pós)moderno abordadas no Capítulo 3: nas figuras 05 a 15 e quadros 3 a 15; no Capítulo 4: nas figuras 16 a 23 e quadros 17 a 28; e, no Capítulo 5: quadros 29 a 32 – cotejados a contento. A cosmovisão advinda do capital cultural permite enxergar causas e efeitos, pavimentando caminhos de enfrentamento. O *tempo*, nesse cenário, é o pêndulo para elocubrações. Pois considerar que,

Todos os organismos vivos, incluindo o próprio homem, são sistemas abertos. Eles precisam receber entradas sob a forma de ar, alimentos e água e emitem saídas na forma de efluentes e excrementos. A privação de ar, mesmo por alguns minutos, é fatal. A privação da capacidade de obter qualquer entrada ou de eliminar qualquer saída é fatal em um tempo relativamente curto. Todas as sociedades humanas também têm sido sistemas abertos. (Boulding, [1966]1967, p. 276, tradução nossa).

The Economics of the Coming Spaceship Earth (op. cit.), exposta acima, será aprofundada no capítulo 4. Fato é que, se seres humanos foram identificados como força geológica (causa) – o Antropoceno (efeito) é o legado (capítulo 3). Antevistas para uma disruptura antropocênica não se limitam a uma celeuma geológica temporal, pois são fruto de relações multifacetadas, multiexistenciais e multimilenares que tensionam o tempo social, legal e ambiental. O humano, arquitetando sua própria era, pavimenta um caminho de (in)certezas: civilização ou colapso? Ordem ou caos? O Antropoceno será apenas um rótulo ou a epígrafe de uma espécie que se declarou força geológica sem se reconhecer como vulnerável?

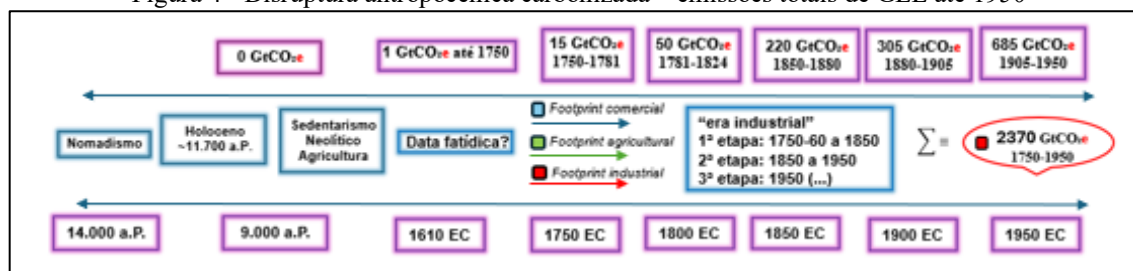
2.4.1 Por uma disruptura antropocênica: questionando bases e implicações

Conjecturas sobre Antropoceno, Economia Circular e Pós-Sustentabilidade, sem uma cosmovisão, seriam levianas. Este item pavimenta um caminho – um “Fio de Ariadne” nos corredores do labirinto temporal – inspirado nas reflexões de Robert William Sandford em *The Anthropocene Disruption* (2019), para desvelar o capítulo 3, que, de viés antropocênico, aprofunda as reflexões sobre a necessária geolocalização da humanidade.

A disruptura antropocênica poderia ter como base, entre outros recortes epistêmicos, a descarbonização e a métrica contemporânea para equacionar a vida no sistema-Terra. Afinal, a soma total de GEE (GtCO₂e) não é apenas métrica, mas parâmetro geolocalizador humano no *tempo* e no *espaço*. Sob esse prisma, a figura a seguir interconecta os estágios da evolução humana, do passado remoto até o passado recente (1950) – marco temporal que Steffen (*et al.*,

2011) utiliza como azimute para expor o resultado da jornada desenvolvimentista humano diante a linearidade comportamental-econômica extrativista unidirecional.

Figura 4 - Disruptura antropocênica carbonizada – emissões totais de GEE até 1950



Fonte: (i) *Atlas global de emissões*; (ii) *Our world data* (OWID, 2024); (iii) *Carbon pricing dashboard* (WBO, 2017; 2024); “a.P.”: anos o passado, “e.C.”: era comum; Datações e Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

O Antropoceno, sob abordagens distintas, é amplamente debatido. Entretanto, a perspectiva de disruptura transcende interpretações tradicionais, desafiando a linearidade ancorada no Holoceno. Do caos à ordem ou vice-versa, há uma ruptura ecológica, social e econômica em curso. Entrelaçar as raízes da linearidade, os *footprints* e as inquietações CTS(A) pavimenta o caminho para uma disruptura antropocênica, tensionando a própria estrutura sistêmica que alicerçou a vida humana no sistema-Terra.

Uma das melhores fontes sobre a história do conceito de Antropoceno é o livro *Facing the Anthropocene: Fossil Capitalism and the Crisis of the Earth System*, de Ian Angus. Nele, Angus explica por que o ambientalista australiano Clive Hamilton justificadamente reclamou que grande parte dos textos recentes sobre o tema parece ter sido escrita por “pessoas que não se deram ao trabalho de ler meia dúzia de artigos básicos sobre o Antropoceno, escritos por aqueles que o definiram, e, portanto, não sabem do que estão falando”. (Sandford, 2019, p. 18, tradução nossa).

A expressão “Antropoceno” permaneceu como propriedade exclusiva de especialistas em ciências da Terra, raramente mencionada ou debatida fora dos círculos científicos (Angus, 2016, p. 25). O (pós)moderno, ao se apropriar deste neologismo, busca ser o paladino de sua existência, clamando por uma disruptura. No entanto, “visitar” Stoppani ([1876]1915) e sua “era antropozóica”(item 3.2), antecipa uma inquietude: seria a disruptura no *hoje* extemporânea, ignorância consentida em prol do desenvolvimento?

No que diz respeito a “Construção da Equação da Vida” (item 2.2), o Holoceno forneceu as condições necessárias para a proliferação das civilizações humanas, estruturando um equilíbrio que permitiu equalizar a vida como é conhecida. Porém, no Antropoceno, processos antropogênicos se sobrepõem às dinâmicas naturais, modificando irreversivelmente os sistemas ecológicos e geológicos. Ao considerar Holoceno como *input* e Antropoceno como *output*, reforça-se o binômio causa-efeito – mas a controvérsia reside na datação e nas múltiplas

interpretações; nesse sentido, Sandford (2019, p. 18, tradução nossa) afirma que, “Alekséi Petrovich Pavlov, propôs “Antropoceno” ou “Antropogeno” como nome para o período de tempo que começou, possivelmente, há 160.000 anos, com a evolução dos primeiros humanos modernos.”

A controvérsia sobre datações do Antropoceno não é recente. Desde Stoppani ([1876]1915) até Pavlov (1922) e sua proposta de “Antropogeno” no XIII Congresso Internacional de Bruxelas, já se observavam disputas epistemológicas no interior das ciências da Terra. Se o Antropoceno representa uma disruptura, como sugere Sandford (2019), os berços sociais e a linearidade comportamental (*fig. 4*) demonstram que, desde os primeiros assentamentos humanos, a relação Homem-Ecosfera seguiu um modelo extrativista, consolidando estruturas socioeconômicas (in)sustentáveis. Nesse contexto, a disruptura antropocênica passou a ser cotejada por uma rede de colaboradores interdisciplinares onde, “O Grupo de Trabalho do Antropoceno foi encarregado de desenvolver uma proposta para formalizar o Antropoceno (...)” (Sandford, 2019, p. 26, tradução nossa).

O item 3.1 e seguinte corroboram essa análise ao explorar a disputa sobre a formalização de uma nova “Época” geológica. Dominique Raynaud em *Antropoceno. Técnica*. (2016), argumenta que a objetividade científica não está imune a influências partidárias, que se infiltram nas margens da ciência. O Antropoceno e a técnica, nesse sentido, refletem ecos do contexto da Guerra Fria, moldando a produção e disseminação do conhecimento, fruto do capital cultural incorporado e objetivado. Mesmo que o termo Antropoceno tenha surgido na Rússia nos anos 1960, ele é um reflexo da transcendência da linearidade comportamental para a economia. Essa transição consolidou um modelo estruturado no extrativismo, aprofundado na dependência de recursos naturais – um ciclo agora exposto em seus limites físicos e sistêmicos. Seguindo essa perspectiva:

Durante a Guerra Fria, a literatura científica russa foi traduzida para o inglês com fins de controle estratégico da informação. Os artigos de biologia e geologia foram traduzidos pelo American Institute of Biological Sciences, de Washington. A primeira ocorrência da palavra “Antropoceno” aparece na tradução de um artigo do biólogo Nikolaj N. Vorontsov (1934-2000), extraído dos Doklady Akademii Nauk SSSR/Comptes Rendus de l’Académie des Sciences d’URSS em 1960. (Raynaud, 2016, p. 270, tradução nossa).

A disruptura (re)configura os paradigmas neolíticos, evidenciando a inadequação da linearidade diante das complexidades do sistema-Terra. O extrativismo neolítico, convertido em sistema linear, é precursor direto das crises do Antropoceno. Portanto, a disruptura é inevitável, exigindo ressignificação do extrativismo e a transição para modelos circulares

(sistemas fechados e cíclicos) e regenerativos (Boulding, [1966]1968; Wahl, [2016]2020). Fato é que, Sandford (2019), ao comentar os trabalhos de Rockström e colegas, afirma que não é possível concentrar esforços em apenas uma fronteira planetária de forma isolada, pois todas estão interligadas e exigem uma abordagem integrada.

As fronteiras planetárias são disruptivas, ladeando as discussões do Antropoceno (*cap.* 3) e transcendem para o capítulo 4, sobre um modelo econômico “fechado”. O debate sobre “fronteiras” ou limites, proposto por Rockström e Gaffney (2009), ancora-se na cosmovisão das pegadas históricas econômico-comportamentais lineares. O capitalismo, a colonização e a industrialização deixaram concausas evidentes, e a disruptura antropocênica oportuniza um vislumbre crítico dos impactos da linearidade econômica, talvez abrindo espaço para um (re)conceber de caminhos que (re)orientem a relação Homem-Ecosfera.

A expansão mercantilista e a pegada comercial das circunavegações fomentou o extrativismo econômico linear – um padrão que a disruptura antropocênica precisa romper, considerando suas consequências históricas. Paralelamente, o *footprint* agrícola intensificou as pegadas ecológicas e agravou a degradação ambiental (sumidouros naturais). Nesse cenário, uma disruptura demanda a (re)avaliação das práticas agrícolas (pós)modernas e a exploração de alternativas sustentáveis – talvez uma economia restaurativa e regenerativa (*cap.* 4), pois

Disso podemos concluir que, mesmo sem ultrapassar os limites do Sistema Terrestre, a agricultura está em apuros. E quando a agricultura está em apuros, toda a humanidade deveria se preocupar. Com uma população global projetada de 12 bilhões, será necessário que a produção agrícola aumente em pelo menos 60% com base na demanda atual, o que terá um enorme impacto em outras fronteiras planetárias que contribuem para as mudanças climáticas, incluindo a acidificação dos oceanos; maior interferência nos ciclos globais de fósforo e nitrogênio; aumento nas taxas de perda de biodiversidade; maior uso global de água doce; e mudanças nos sistemas e usos da terra. (Sandford, 2019, p. 35, tradução nossa).

O aumento populacional, a alimentação, os limites planetários, as mudanças climáticas – todos representam o binômio causa-efeito na relação Homem-Ecosfera. Os *footprints*, atemporais, mas cumulativos, evidenciam a intensificação extrativista-linear e impulsionam percepções pró-disruptura antropocênica. Nesse caminho Sandford (p. 25, tradução nossa) afirma: “Antes da Revolução Industrial, não foram criadas novas condições ambientais globais que pudessem se traduzir em um sinal estratigráfico fundamentalmente diferente.”

Ainda que o capital cultural pudesse antecipar mudanças de paradigma, essa não foi a escolha. A disruptura antropocênica questiona o modelo capital-indústria, economia capitalista e crescimento-desenvolvimento-progresso como eixos do bem-estar. Uma disruptura, como

sugere Sandford (2019), exige transcender tais padrões e migrar para sistemas fechados (Boulding, [1966]1968) e outros. Em tese, isso abriria espaço para uma justiça intergeracional ecológica, sob a ótica CTS(A), rompendo com o essencialismo de Vannevar Bush (1945); nesse caminho, “A disruptura emerge como uma oportunidade de redirecionar caminhos, abraçando perspectivas que reconheçam a pluralidade de vozes e valores na construção de futuros sustentáveis.” (Sandford, 2016, p. 16, tradução nossa)

A busca por uma disruptura do Antropoceno não representa apenas a ruptura com a linearidade econômico-comportamental da humanidade imersa no Holoceno, mas inaugura um ponto de inflexão na convivência planetária. Trata-se de desafiar o *status quo* rumo a uma transformação civilizacional – ou, em sua ausência, assistir à perpetuação da trajetória linear que nos trouxe até aqui. Nesse contexto, como advertiu Commoner (1971, p. 11, tradução nossa): “(...) as evidências são avassaladoras de que a maneira como vivemos atualmente na Terra está levando sua fina e vital camada de suporte à vida, e a nós mesmos junto com ela, à destruição.”

A intersecção entre causas, concausas e *footprints* posiciona o humano, no sistema-Terra, entre a coisificação e a comodificação da natureza, conforme denuncia Moore (2022, p. 158). Esse processo não apenas transforma ecossistemas em insumos, mas revela um padrão civilizacional que reconfigura a vida como mercadoria, sob a égide do valor de troca. Nesse cenário, o Antropoceno emerge como figura simbólica e epistêmica: seria ele apenas um marcador geológico, delimitado por estratos e camadas de sedimentos? Ou estaria operando como um dispositivo estratégico – ideopolítico, científico e normativo – voltado à reorganização da relação entre Homem e Ecosfera, num contexto de crise planetária? O risco, aqui, é que sua mobilização sem ruptura apenas legitime a continuidade do mesmo modelo predatório, travestido de “consciência geológica”.

A catastrofização ambiental bastará para impulsionar um (re)pensar humano? Talvez uma real disruptura exija uma visão pós-antropocênica, em que a desalienação frente ao mito multimilenar do desenvolvimento seja ressignificada. Em *The Ecozoic Era*, Berry (1991) sugere elementos-chave, que apontam nessa direção. Contudo, compreender o Antropoceno é essencial, pois, como alerta Furtado (1974, p. 70):

Na medida em que a criatividade é posta a serviço do processo de acumulação, os meios tendem a ser vistos como fins, produzindo-se a ilusão de que todo avanço da “racionalidade”, na esfera econômica, contribui para a liberação ou “desalienação do homem”. (Furtado, 1974, p. 70).

3 ANTROPOCENO? Para quem?

O “ceno da coisa!” Refletir sobre as (in)certezas do termo Antropoceno, sob o rigor científico geológico é essencial, seja enquanto “Era” do domínio humano, mudança de “Época” ou nova “Idade” geológica. Para sustentar a hipótese de uma disruptura antropocênica (Sandford, 2019), torna-se necessário considerar o tempo social-legal-ambiental (item 3.3), os ideais sustentabilistas e a Economia Circular (*cap.* 4), que deságuam nos diálogos CTS(A) e na possibilidade de uma pós-sustentabilidade (*cap.* 5).

O Antropoceno ganhou destaque na sociedade contemporânea, fomentando debates para nova “Era-Época-Idade”. É crucial afastar especulações midiáticas e priorizar investigações científicas sobre sua origem, significado e desdobramentos. Fato é que, compreender a celeuma temporal exige uma abordagem sistêmica e histórica. Apesar de barreiras impostas pelo abissalismo, Norte e Sul global compartilham o mesmo sistema-Terra, no qual o “Norte” continua a impor sua visão de mundo, ignorando ou subordinando os saberes locais e comunitários do “Sul”, perpetuando uma epistemologia colonial” (Santos, 2010, p. 132).

As inquietudes do Antropoceno derivam da lógica causa-efeito, onde a linearidade comportamental-econômica extrativista gerou um cenário de caos e (in)certezas, conforme a abordagens CTS(A). Reconhecer a diversidade cultural é essencial, pois identidades culturais, políticas e socioeconômicas não são generalizáveis; há divergências entre Estados-nações diante (i) peculiaridade de cada nação e (ii) desigualdades abissais entre Norte e Sul. Nesse sentido, a glocalização – movimento entre o local e o global (Robertson, 1992; Roudometof, 2016) – desafia a globalização como uniformidade, que frequentemente exclui comunidades (Bauman, 2001).

Os saberes e as práticas do outro lado da linha desaparecem ao espelho do cânone monocultural definido do lado de cá. A produção de invisibilidades é assegurada pelas cinco monoculturas do pensamento moderno: a monocultura do saber e do rigor do saber cria o ignorante, a monocultura do tempo linear determina o residual, a monocultura da naturalização das diferenças legitima a classificação do inferior, a monocultura do universalismo abstrato demarca o que é local e estabelece a sua irrelevância e a monocultura dos critérios de produtividade capitalista decreta o improdutivo (Santos, 1995, 2006, 2014). (Santos *et al.*, 2016, p. 16).

A (pós)modernidade ocidental, ao fixar valores, conhecimentos e práticas, marginaliza outras formas de pensar e viver, consolidando monoculturas: (i) a do tempo linear, que projeta o futuro como progresso e relega sociedades de “tempo cíclico” a um *status* residual; e (ii) a da produtividade, que classifica como improdutivo tudo que não gera lucro ou valor econômico. Como afirma Harvey (2006, p. 256), “Se o modernismo nasce de uma crise da experiência do

espaço-tempo, o pós-modernismo pode ser uma resposta a uma nova rodada da compreensão do tempo-espaço”. Assim, o espaço é o sistema-Terra – nada aquém, nada além; e, por ora, o *tempo* permanece como objeto de disputas epistêmicas.

Nesse caminho, posturas abissais refletem tensões ideológicas e políticas ao discutir ciências e tecnologias. O humano, agora tecnosférico, transcendeu o biosférico extrativista, permanecendo linear, onde dicotomias glocalizadas persistem, e o termo Antropoceno carrega realidades complexas e multifacetadas. Conceitos como limites ao crescimento, (eco)desenvolvimento, mito do desenvolvimento, e ideais sustentabilistas parecem tutelar demandas sociais, mas poderia CTS(A) harmonizar o binômio Homem-Ecosfera e o sistema-Terra? Para Sismondo (2010, p. 62), “a ciência e tecnologia contribuem para a construção de muitos ambientes”. Contudo, a ciência que conduziu ao Antropoceno carrega (in)consequências, ou ignorância consentida (Latour, 2020b, pp. 27 e 29), a serem analisadas.

3.1 Um convite (in)consciente ao suposto Antropoceno?

A etimologia do Holoceno (*holos* (ὅλος) – todo/inteiro; *kainos* (καινός) – novo) e do Antropoceno (*anthopos* (ἄνθρωπος) – humano; *kainos* (καινός) – novo) reflete a transição temporal em debate (Harper, 2001). O neologismo Antropoceno sugere substituir o Holoceno, mas sua datação é controversa, variando de ~250 anos a ~800.000 a.P. Em todas as abordagens, o elo comum é a relação Homem-Ecosfera, com “potencial de transformar a Terra rápida e irreversivelmente num estado desconhecido até então pela experiência humana” (Barnosky *et al.*, 2012, p. 52).

Geolocalizar a humanidade é essencial para compreender a celeuma do tempo geológico. O termo “Antropozóico”, originalmente proposto por Stoppani ([1876]1915), e adotado por Sues (1875), Vernadsky (1926) e Chardin (1950), foi resignificado por Crutzen e Stoermer (2000), Steffen (*et al.*, 2007; 2011), Zalasiewicz (*et al.*, 2008; 2011; 2015), Waters *et al.* (2015a; 2015b), Summerhayes (*et al.*, 2018), culminando na proposta de uma nova rotulação temporal. No cerne dessa discussão, a humanidade surge como agente transformador do sistema-Terra, diante o modelo linear extrativista, e o paradigma do crescimento a qualquer custo, resultando no aumento das concentrações atmosféricas de GEE, como destacam Crutzen e Stoermer (2000, p. 23).

Pode-se dizer que o Antropoceno começou no final do século XVIII, quando as análises do ar aprisionado no gelo polar mostraram o início do crescimento das concentrações globais de dióxido de carbono e metano. [...] a crescente influência da humanidade no meio ambiente foi reconhecida já em 1873, quando o geólogo italiano Antonio Stoppani falou sobre uma “nova força

telúrica que em poder e universalidade pode ser comparada às maiores forças da Terra” referindo-se a “era antropozóica”

O termo Antropoceno, embora popularizado por Stoermer na década de 1980, tem origem anterior: Aleksei Pavlov, propôs a nomenclatura em 1921, antes das traduções ocidentalizadas para o inglês (1960) e francês (1963). Como destaca Raynaud (2016, p. 271), “Esses autores promoveram uma “nova noção”, esquecendo que ela havia sido criada por Pavlov em 1921”. Essa trajetória conceitual exemplifica o fenômeno da “obliteração por incorporação” (OBI), analisada por Merton ([1949]1968) em *Social Theory and Social Structure* e por Garfield (1970) em seus estudos sobre a invisibilização de contribuições na difusão do conhecimento.

Na busca por um marcador temporal – uma cavilha de ouro (Latour, 2020, p. 185) – Crutzen considera a definição de Antropoceno “possível”, ressaltando que o embate é interdisciplinar e ideopolítico – crescimento e progresso – influenciados pela linearidade econômica. Para Steffen, Crutzen e McNeill (2007, p. 614), “O antropoceno começou por volta de 1800 com o início da industrialização, cujo traço central foi a enorme expansão do uso de combustíveis fósseis”. Assim, o humano, como força transformadora, imprimiu pegadas (*footprints*) no sistema-Terra, traduzidas em emissões de GEE (GtCO_{2e}).

GtCO₂ e GtCO_{2e} referem-se a gigatoneladas de dióxido de carbono: 1 Gt equivale a 1 bilhão de toneladas métricas (10⁹). Enquanto GtCO₂ mede emissões diretas de carbono, GtCO_{2e} inclui equivalentes de GEE (CH₄, N₂O e outros), convertendo-os em impacto de carbono equivalente no sistema-Terra. Anterior a industrialização, a concentração de CO₂ era 270-275 partes por milhão (ppm), contudo, em 1950 atingiu cerca de 310 ppm (Crutzen; Stoermer; McNeill, 2007, p. 614), evidenciando a crescente tensão na relação Homem-Ecosfera e a complexidade dos fatores que conectam desenvolvimento e bem-estar, como evidenciado por Sandford (2019).

Entre os marcos temporais sugeridos para o início do Antropoceno, destaca-se o ano de 1800, possível “cavilha de ouro” associada ao GSSP (CO₂), período em que as emissões acumuladas chegaram a aproximadamente 66 GtCO_{2e}, conforme o *Atlas Global de Emissões* e OWID (2024). Em contraste, a chamada “data fatídica” de 1610, mencionada por Latour (2020a), registrava apenas 1 GtCO_{2e}, sinalizando um ponto de inflexão menos robusto. As diversas datações que evidenciam pegadas humanas no ciclo do carbono indicam, assim, a possibilidade de um “Carbonoceno” em órbita conceitual do Antropoceno.

3.2 Antropoceno: reflexões multidimensionais sobre um evento transformador

As ações antropogênicas impingidas pelo Homem ao sistema-Terra destacam-no como agente de transformações e algoz de sua própria existência. Ensaios científicos multifacetados e imbricações interdisciplinares CTS(A) evidenciam os impactos de “+ciência” e “+tecnologia” (Bazzo *et al.*, 2003), promovendo *ordem*, muitas vezes à custa do *caos*. A perplexidade do (pós)moderno reside nos efeitos cumulativos, de causas há muito tempo conhecidas, refletindo um progresso não isento de consequências.

A diversidade científica revela abordagens diversas: ciências exatas com modelos quantitativos das relações antrópicas (*fig. 05*), ciências naturais analisando impactos ambientais (quadros 4 a 8), enquanto ciências sociais e econômicas exploram comportamento humano, linearidade econômica e diretrizes normativas (quadros 9 a 15) – frequentemente moldadas por interesses “locais”. Essa diversidade sustenta a “nova noção sobre o termo Antropoceno” segundo Raynaud (2016, p. 271), proposta por Crutzen e Stoermer (2000, p. 17).

A interação humana no sistema-Terra deixa marcas profundas. No contexto (pós)moderno, emerge a predição da “Era antropozóica”, descrita por Stoppani ([1876]1915), que comparava o impacto humano às forças naturais, como glaciares capazes de moldar a geosfera. Stoppani destacava *footprints* duradouros, incluindo variações climáticas sazonais, como o “verão de São Martinho”, fenômeno subalpino que impactava a agricultura: “(...) Esse nome não indica uma era, mas um fenômeno meteorológico, (...) estações oscilam muito em um ano para o outro, antecipando ou atrasando-se de dias ou meses, e é isso que mais importa para a nossa agricultura(...)” (*idem*, p. 122, tradução nossa); uma antevisão sobre a “força telúrica” humana antecipa o conceito moderno de *footprints*, evidenciando um agente transformador da geosfera.

A reverberação desse pensamento se manifesta em distintas perspectivas sobre a era antropozóica e sua relação com o tempo: (i) Marsh (1864) e a metamorfose biosférica antrópica; (ii) Édouard Suess (1875) e a limitação espaço-temporal da biosfera (*apud* Drouin, 1991, p. 69); (iii) Aleksei Pavlov (1921) e o impacto humano nas eras glaciais; (iv) Vernadsky ([1926]1997, p. 216) e a humanidade como força geológica; e, (v) Chardin ([1955]1997), que introduziu a “esfera do pensante” como liame essencial para a era antropozóica. Tais contribuições transcendem a “nova noção” formulada por Crutzen e Stoermer (2000) e são reforçadas pela apropriação social dos saberes (*fig. 1*, Coumou; Robinson, 2014, p. 04) e pelos critérios científicos de definição do Antropoceno (Lewis; Maslin, 2014, p. 175).

Desde 1873, o tempo geológico era objeto de análise, enquanto, no tempo social-legal, consolidavam-se direitos fundamentais organizados em dimensões: (i) no séc. XVIII, direitos civis e políticos, pautados no lema *liberté, égalité et fraternité*; (ii) no séc. XIX, direitos econômicos, sociais e culturais; e (iii) no séc. XX, direitos metaindividuais e ambientais, fundamentados na solidariedade. Contudo, Marx alertava: “Não é a consciência dos homens que determina o seu ser; ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência” (1984, p. 233) e, dessa reflexão sobre fraternidade e garantias difusas, ressoa a indagação: “A quem pertence o ar que respiro?” (Cappelletti, 2015, p. 48). O cotejo dessas dimensões é observado no item 3.3 e seguinte, quando então se discute o contexto do tempo social-legal-ambiental e diretrizes antropocênicas sistêmicas.

O *tempo*, em contrapartida, visto como um pêndulo evolutivo, reflete a expansão da consciência humana nos direitos fundamentais. No entanto, a ignorância consentida (Latour, 2020, p. 27 e 29) contribuiu para o Antropoceno – onde caos e ordem flertam o existencialismo humano. Enquanto Crutzen e Stoermer (2000) apontam incertezas para definição dessa Época, Zalasiewicz (*et. al.*, 2008; 2011) defendem sua formalização. Essas (in)certezas estão ancoradas no extrativismo e coisificação dos recursos naturais, crescimento populacional e a economia capitalista como ideopolítica, moldando a face antropocênica, explorada a seguir.

3.2.1 Herança antropocênica? Reflexões CTS(A) sobre a transformação planetária

Mais que um fenômeno linguístico, o Antropoceno reflete a agenda desenvolvimentista do humano no sistema-Terra; certo é que, incluir nova “Era-Época-Idade” na tabela cronoestratigráfica cabe ao *Anthropocene Working Group* (AWG), vinculado à Subcomissão Estratigráfica do Quaternário (SQS) e à Comissão de Estratigrafia Internacional (IUGS). Como observado Latour (2020a, p. 182), “(...) declararíamos solenemente que a força mais importante que molda a Terra é a da humanidade(...). Temos o “*Zeitgeist* [espírito do tempo] decidido por um subcomitê?”

O binômio causa-efeito é central para o AWG, e o protagonismo humano se tornou objeto de análise; nesse caminho, Hobbsbawn (1998, p. 32-33) afirmava que: “a sensação de pertencer a uma tradição antiquíssima de rebelião fornece satisfação emocional”, contudo o passado nos envolve, sendo essencial discutir nossas formas de existência, pois: “Nadamos no passado como o peixe na água, e não podemos fugir disso. Mas nossas maneiras de viver e de nos mover nesse meio requerem análise e discussão” (*idem*, p. 35).

Se a realidade é recortada por processos cognitivos de historicização, a linearidade comportamental-econômica do homem foi renunciada por Marsh (1864) e Stoppani ([1876]1915) e, no presente, por Steffen (*et al.*, 2011, p. 359, tradução nossa); nesse contexto, “É difícil determinar uma data precisa para uma transição que ocorreu em momentos e ritmos diferentes em diferentes lugares.”, entretanto, a reflexão sobre o modelo linear de desenvolvimento – “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121), resta como concausa dos desequilíbrios socioambientais (Souza; Delpupo, 2009).

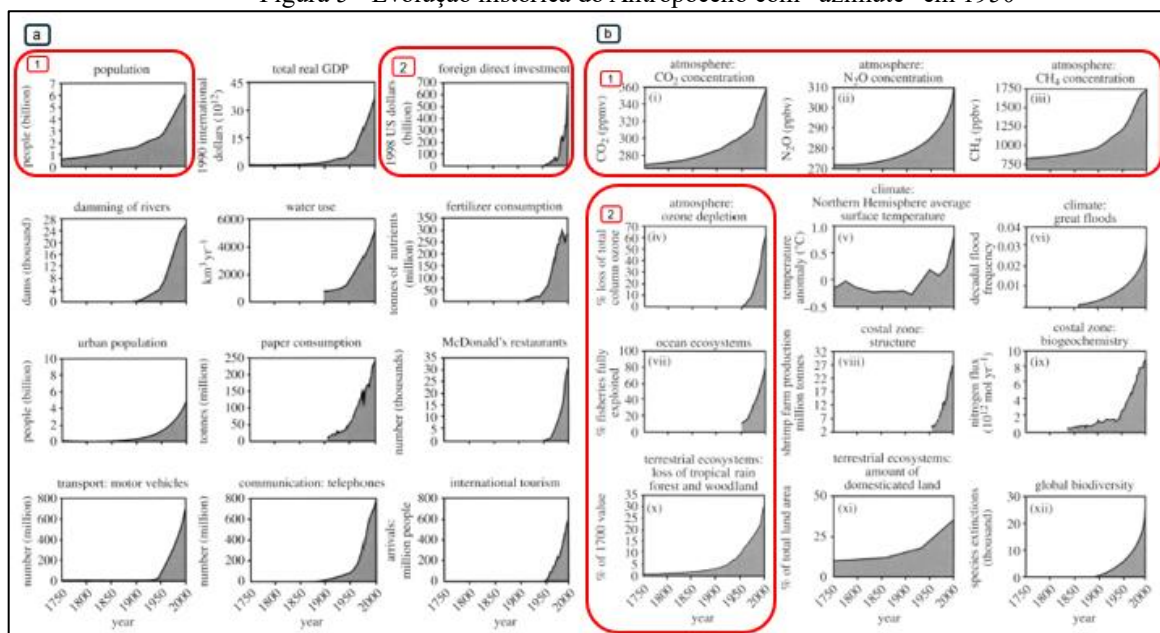
As (in)certezas sobre datações reforçam a necessidade de (re)pensar esse modelo. Raworth (2019) destaca a contradição entre abundância de riqueza global e aumento da miséria e degradação ambiental, enquanto Mazzucato (2022) aponta que a economia contemporânea, embora eficaz na criação de riqueza e hiperconsumo, gera impactos no bem-estar social ambiental. Dialogando neste contexto, Souza e Delpupo (2009) afirmam ser o equilíbrio entre desenvolvimento econômico, equidade social e sustentabilidade essencial. Essas questões reverberam no “utopianismo malthusiano” (Malthus, 1964), exposto no item 2.3.2.

Steffen (*et al.*, 2011) revelam que a complexidade de um novo tempo geológico reside nos múltiplos *inputs* da trama espaço-temporal. As (in)certezas orbitam na utopia, definida por Herkenhoff (1999, p. 06) como “a representação daquilo que não existe ainda, mas que poderá existir se o homem lutar para sua concretização”; mas o que está se concretizando? Abdala e Sampaio (2018, p. 86) destacam os “apelos por maiores investimentos em novas tecnologias” visando reaproveitar materiais, melhorar a reciclagem e reduzir a dependência de recursos naturais. Concretizações e (in)certezas podem, ao final, ser mensuradas em GEE – GtCO_{2e}, que *hoje* delineiam o mercado de carbono. Mas, isso significa “suficiência”? Inquietude abordada no capítulo 5.

Fato é que as interlocuções CTS(A) contribuem para a construção social de saberes antropocênicos, refletindo paradigmas como a circularidade econômica (Abdala; Sampaio, 2018) – dentre outros, e a cosmovisão humana do sistema-Terra. Morin (2003, p. 40) alertava: “a vida é uma emergência da história da Terra, e o homem, uma emergência da história da vida terrestre”; neste contexto, (re)pensar tal interação exige afastar-se do excepcionalismo metodológico (Haraway, 2022) em favor de uma perspectiva holística, reconhecendo a relação Homem-Ecosfera como telúrica e interdependente – contrária à idealização de dominância. “*Antropo+ceno*” deve considerar, então, tanto Norte quanto Sul Global que, embora desiguais em vulnerabilidades, compartilham de um único sistema-mundo; Steffen (*et al.*, 2011)

evidenciaram gradientes das ações antrópicas na sistemática global, ora geradora de ordem, ora intensificadora do caos:

Figura 5 - Evolução histórica do Antropoceno com “azimute” em 1950



Fonte: Steffen (*et al.*, 2011, *fig. (a)*, p. 851 e *fig.(b)*, p. 852) - (i) *Figura (a) item 1*, destaca-se o crescimento populacional no período 1750-2000 e *item 2* se observa o aumento de investimentos internacionais diretos no mesmo período; (ii) *Figura (b) item (1)*, destaca-se a evolução sintomática do CO₂ – componente do GEE (CO₂ + CH₄ + N₂O) que somados são expressos como CO₂e; *item (2)*, destacam-se os sumidouros naturais para absorção de CO₂e. Adaptado pelo autor.

A partir de 1950, mudanças significativas no sistema-Terra desvelam a face do Antropoceno (Steffen, *et al.*, 2011), onde estão destacados: (i) crescimento populacional de ~2,5 bilhões (1950) para ~6,12 bilhões (2000), e ~8,2 bilhões em 2024 (UN DESA, 2024; *fig. 5, a1*); e (ii) o aumento de gases de efeito estufa (N₂O; CH₄; CO₂), que convertidos em carbono equivalente (CO₂e) intensificam o aquecimento global e estresse nos ecossistemas terrestres e oceânicos, sumidouros de GEE (*fig. 5, b1 e b2*; e quadro 26).

Raworth (2019, p. 264) alerta que: “nenhum país jamais pôs fim à degradação ecológica com esse crescimento”, e Mazzucato (2022) lança críticas aos impactos desse modelo no bem-estar social e ambiental; certo é que, refletir sobre crescimento e desenvolvimento à luz de *A Riqueza das Nações* (Smith, [1776]1993) é essencial, pois o arquétipo da linearidade econômica consolidou o que Santos (*et al.*, 2016) denominam de “monocultura dos critérios de produtividade capitalista”, associando bem-estar ao crescimento do produto interno bruto das nações (PIB).

O aumento de *inputs* após 1950, intensificado pela industrialização, não anula a contribuição de processos anteriores. Antropoceno, então, reflete a dinâmica antrópica sendo simultaneamente a causa e efeito para debates sobre circularidade econômica e pós-sustentabilidade (*caps. 4 e 5*) – onde imbricações incluem elementos como: (i) aumento

populacional e represamento de rios para agricultura e energia – (*footprints* hídrico, ecológico e agrícola); e (ii) motores a combustão, combustíveis fósseis, exploração de florestas, que impulsionam cadeias de produção e consumo – (*footprints* de carbono e de materiais).

A formalização de uma nova “Época” reflete a convergência entre crescimento populacional e o modelo “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121). No entanto, essa lógica linear já demonstra esgotamento, exigindo uma transição que verdadeiramente concilie o antagonismo do desenvolvimento e sustentabilidade (Sandford, 2019). A interdisciplinaridade CTS(A) seria a fundação para integrar ciência, tecnologia e sociedade, (re)pensando a relação Homem-Ecosfera e propondo alternativas que se contrapõem à monocultura produtiva (Santos *et. al.*, 2016).

Ignorar o papel do investimento direto estrangeiro (FDI) na análise de Steffen (*et al.*, 2011, *fig. 5*) seria negligenciar um elemento central da economia global. FDI reflete dinâmicas de poder neocoloniais, que perpetuam o subdesenvolvimento no Sul Global, como aponta Samir Amim (1976) e a lógica capitalista-corporativista linear, evidenciada por Krugman, Obstfeld e Melitz (2015) – reforçando a dependência econômica, agora esverdeada (*fig. 22*) e o desenvolvimento desigual, (re)moldando ciclos históricos, pois

A exploração dos recursos não renováveis do Sul em benefício exclusivo do desperdício do consumo no Norte é, igualmente, uma forma de acumulação por expropriação. Através da troca desses recursos por bens e serviços renováveis, é o futuro dos povos do Sul que se sacrifica no altar dos superlucros dos oligopólios imperialistas." (Amin, 2009, p. 72).

Os FDIs refletem o modelo econômico linear, no qual recursos extraídos “do lado de cá” abastecem cadeias produtivas “do lado de lá”, priorizando lucros e perpetuando desigualdades (Santos *et al.*, 2016). A intensificação dos investimentos internacionais desde 1950 (Steffen *et al.*, 2011) ressignificou a exploração transnacional de recursos naturais, gerando impactos socioeconômicos-ambientais (Moran, 1998); muito embora promovam, em tese, crescimento e transferência de tecnologias, sua contribuição para o equilíbrio da relação Homem-Ecosfera é questionável.

Iniciativas como o Pacto Global (ONU, 2000) e o UN PRI (2006) defendem investimentos responsáveis, buscando integrar FDIs e sustentabilidade(s); no entanto, sob a ótica do capitalismo antropocênico, tais investimentos representam novo processo de colonização, alinhado ao *Novo Imperialismo* (Harvey, [2003]2004), onde perpetuam-se desigualdades estruturais e hegemonias econômicas dos países desenvolvidos (ver item 5.3). Como aponta James (2006, p. 22, tradução nossa): “(...) existiam formas pré-modernas ou

tradicionais de globalismo e globalização muito antes de a força motriz do capitalismo procurar colonizar todos os cantos do globo, (...)”.

A globalização, rótulo (pós)moderno de múltiplas modernidades (Eisenstadt, 2007), manteve a linearidade econômica extrativista como constante histórica. Steffen et al. (2011) estabeleceram 1950 como marco analítico, por se tratar de um período de inflexão – quando o crescimento de investimentos internacionais e desenvolvimentos que resultaram na emissão de 2370 GtCO₂e no sistema-Terra (*fig. 04*) e, nas projeções do OWID (2024) e *Atlas Global de Emissões* (quadro 25). Entre 1950 e 2000, o legado da industrialização não apenas se manteve, mas foi ampliado, consolidando as emissões e os impactos socioambientais (*fig. 5*).

Esse legado encontra respaldo no primeiro relatório de emissões de GEE, parte do Relatório de Avaliações do IPCC (FAS-IPCC, 1990), que consolidou informações científicas robustas sobre mudanças climáticas, incluindo emissões de CO₂, CH₄ e N₂O. O FAS-IPCC, criado em 1998 e publicado em 1990, forneceu métricas históricas essenciais para compreender o Antropoceno como produto das *footprints*, crescimento populacional, desenvolvimento e +ciência= +tecnologia (ver quadro 28); e, também, nutriu epistemes CTS(A), e decisões informadas para a Conferência das Partes (COPs), enraizando possíveis ideais sustentabilistas para a vida humano no sistema-Terra.

3.2.2 Decifrando o antropoceno: o papel do AWG e as pegadas humanas

Embora dramática, a chamada para este item reflete o papel do AWG na construção de torções epistemológicas, em diferentes microcosmos científicos sobre a rotulação temporal. Os paradigmas CTS(A) retroalimentam a rede de colaboradores com saberes que, ao seu turno, buscam soluções para o (des)encaixe do Prometeu (humano) e, nesse caminho, emergem inquietações como (i) parâmetros do tempo geológico orbitam exclusivamente em torno de realidades antropocênicas? e, (ii) sustentabilidade seria apenas uma estratégia econômica para remediar o acúmulo de emissões totais GEE? Fato é que, para enfrentar tais provocações, o Grupo Trabalho Antropoceno possui carácter interdisciplinar, reunindo “representantes da geologia, arqueologia, história, ciência do solo, ecologia, oceanografia, ciência polar, química atmosférica e direito internacional.” (Zalasiewicz *et. al.*, 2017a, p. 289).

Em tese, a busca da formalização do termo Antropoceno geolocalizariam o humano no sistema-Terra, e promoveriam reflexões sobre sua relação no *tempo* geológico, social-legal e ambiental. Desde 2000 e.C. (re)configurações epistêmicas moldaram a compreensão sobre a celeuma temporal, fortalecendo argumentos científicos que expuseram a linearidade

comportamental-econômica. Em contrapartida, desde a 1ª até a 29ª Conferência das Partes (COP) buscou-se articular no cenário político internacional as agendas econômicas, climáticas e de sustentabilidade – ainda que nem sempre de forma satisfatória, observada a contento.

A atuação do AWG (2000-2023), delineada nos quadros 4 a 8, contribui cientificamente para possível consolidação do Antropoceno como o *tempo* da humanidade.

Quadro 4 - período 2000-2011 de análises do AWG

2000	Crutzen; Stoermer: O “Antropoceno”. In: Boletim de Mudança Global 41: p. 17, nosso grifo.	<u>Considerando esses e muitos outros grandes e ainda crescentes impactos das atividades humanas na terra e na atmosfera</u> , e em tudo, incluindo escalas globais, parece-nos mais do que adequado para enfatizar o papel central da humanidade em geologia e ecologia, propondo o uso do termo “antropoceno” para a época geológica atual. (...) <u>propomos a segunda metade do século XVIII</u> , embora estejamos cientes de que propostas alternativas podem ser feitas (algumas podem até querer incluir todo o Holoceno).
2002	Crutzen: Geologia da Humanidade. In: Nature 415, p. 23, nosso grifo.	Pode-se dizer que o <u>Antropoceno começou no final do século XVIII</u> , quando as análises do ar aprisionado no gelo polar mostraram o início do crescimento das concentrações globais de dióxido de carbono e metano. [...] <u>a crescente influência da humanidade</u> no meio ambiente foi reconhecida já em 1873, quando o geólogo italiano Antonio Stoppani falou sobre uma “ <u>nova força telúrica que em poder e universalidade pode ser comparada às maiores forças da Terra</u> ” referindo-se a “ <u>era antropozóica</u> ”.
2007	Steffen <i>et. al.</i> : O Antropoceno: Os humanos estão agora dominando as grandes forças da natureza? In: Ambio 36, p. 614, nosso grifo.	<u>O Antropoceno começou por volta de 1800 com o início da industrialização</u> , cujo traço central foi a enorme expansão do uso de combustíveis fósseis. <u>Usamos a concentração de dióxido de carbono atmosférico como um indicador único e simples para rastrear a progressão do Antropoceno</u> . De um valor pré-industrial de 270–275 ppm, o dióxido de carbono atmosférico aumentou para cerca de 310 ppm em 1950.
2008	Zalasiewicz <i>et. al.</i> : Estamos vivendo no Antropoceno? In: GSA Today , p. 07, nosso grifo.	No caso do Antropoceno,(...) no nível de resolução desejado e a esta distância temporal, pode ser que simplesmente selecionar uma idade numérica <u>(por exemplo, o início de 1800) seja uma medida prática igualmente eficaz</u> .
2011	Zalasiewicz <i>et. al.</i> : O Antropoceno: uma nova época do tempo geológico? In: The Royal Society Publishing , p. 838 e p. 840, nosso grifo.	<u>A formalização exigiria precisão na definição</u> - o que certamente auxiliaria na comunicação internacional e interdisciplinar. <u>No entanto, excessiva formalidade, é claro, pode atuar como um obstáculo para a ciência em andamento</u> . (...) O Antropoceno, com base nas evidências atuais, parece demonstrar mudanças globais consistentes com a <u>sugestão de que uma fronteira de escala de época foi ultrapassada nos últimos dois séculos</u> .

Fonte: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/> - grifo nosso, tradução nossa - adaptado pelo autor.

O período de 2000-2011 reflete a inclinação do AWG em apontar a industrialização (1800) como possível início do Antropoceno. Os séculos XVII e XVIII marcaram a aceleração de tríades estruturantes, como tomar-fazer-descartar, crescimento-desenvolvimento-progresso e práticas extrativistas lineares. Recursos naturais são protagonistas para o desenvolvimento, entretanto como observa Harari (2020, p. 354): “(...)Se e quando se esgotarem, todo o sistema vai entrar em colapso”. Para Crutzen (2002), as emissões de GEE (CO₂; CH₄) são parâmetros desenvolvimentistas do humano como uma força geológica, impondo mudanças significativas

ao sistema-Terra. Essa realidade se expressa *hoje*, em métricas GtCO₂e (quadros 24; e *figs.* 4, 10, 11 e, 13 a 16) e na pegada de carbono (item 4.4.1.1).

Steffen (*et al.*, 2007) utilizam a concentração de dióxido de carbono atmosférico como indicador-chave (GSSP) para rastrear a progressão do Antropoceno, destacando o aumento sintomático de GEE (CO₂ + CH₄ + N₂O e outros), expresso em GtCO₂e, entre 1950 e 2000 (*fig.* 05, item b1). Zalasiewicz (*et al.*, 2008) complementam essa análise ao apontar como a transição para a maquinofatura e a revolução tecnocientífica, consolidaram *footprints* no sistema-Terra. No entanto, no AWG, os microcosmos científicos e suas liturgias, evidenciam a complexidade do tema, pois “o caráter altamente abstrato de grande parte do conhecimento científico e técnico também confere uma espécie de universalidade” (Sismondo, 2010, p. 203). As peculiaridades litúrgicas refletem disparidades entre Norte e Sul global e a monocultura do saber. Santos (2011, p. 11) já alertava que: “Se todos estes seres invisíveis continuarem activos [sic], a vida humana será em breve (se o não é já) uma espécie em extinção.” – uma predição sensata?

Em 2011, Zalasiewicz adota uma postura mais cautelosa, sugerindo que a formalização do antropoceno não exige precisão cronológica extrema, reconhecendo que as relações antrópicas dos últimos dois séculos refletem a crise climática e as desigualdades sociais; cenário que reafirma o humano como força geológica. Em *Homo Deus*, Harari (2016) observa que, no que diz respeito aos demais animais, os humanos “(...)já se tornaram deuses há muito tempo.” (p. 79). Mais adiante, acrescenta que, no Antropoceno, “o planeta tornou-se pela primeira vez uma unidade ecológica.”(p.82).

Se há um “Homo Deus”, os *footprints* denunciam um Prometeu (humano) dotado de poder transformador. O AWG, ao lidar com realidades complexas, valoriza redes colaborativas para promover uma visão holística; Castells (2000, p. 209) reforça este entendimento ao afirmar que “Redes e organizações atuam como sistemas específicos de meios voltados para a execução de objetivos específicos”, sendo indispensáveis para explorar (in)certezas da trama espaço-temporal e ambiental. De certo, o Grupo Trabalho exprime uma síntese instrumental EPOR-SCOT-ANT/TAr (quadro 19), essencial às interconexões científicas.

Como engrenagem coletiva o AWG passou a processar contextos complexos em busca de cosmovisão para realidades multifacetadas, uma “máquina de processamento de informação” segundo Takeuchi e Nonaka (2008, p. 93). Neste contexto, o preciosismo nas datações perde a centralidade diante das causas e efeitos das relações antrópicas, exigindo uma ecologia de saberes (Santos, 2020), em prol da justiça cognitiva e da interação entre múltiplas formas de interpretar do mundo, pois

Sujeitos a tantos seres imprevisíveis e todo-poderosos, o ser humano e toda a vida não-humana de que depende não podem deixar de ser iminentemente frágeis. Se todos estes seres invisíveis continuarem activos [sic], a vida humana será em breve (se o não é já) uma espécie em extinção. (Santos, 2020, p. 11).

Boaventura de Souza Santos revela, com sensibilidade, a fragilidade da vida no sistema-Terra, onde o humano – emergência singular da vida terrena (Morin, 2003) – moldou os contornos do cenário antropocênico. Diante disso, cabe indagar: teria o capital cultural acelerado o imediatismo das satisfações humanas? Mais do que buscar justificativas para as “necessidade prementes” do (pós)moderno, é preciso enfrentar os (des)encaixes da lógica de “soma zero” (Nash, 1950) entre Homem e Ecosfera.

Embora o industrialismo e as novas tecnologias tenham carreado avanços, os riscos científico-tecnológicos são evidentes no “modelo linear de desenvolvimento (...)” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121). Esses dilemas dialogam com Zalasiewicz (2011, p. 832, tradução nossa), que já alertava: “Excessiva formalidade, é claro, pode atuar como um obstáculo para a ciência em andamento”; nesse caminho, há necessidade de equilibrar rigor científico e flexibilidade interpretativa para abordar as complexidades antropocênicas, entretanto, observar que riscos são inatos a qualquer avanço é sensato. Então, aceitar Antropoceno como termo técnico, deve ser cientificamente justificável e útil para a comunidade científica (Latour, 2020a, p. 184).

Talvez a utilidade esteja no reconhecimento do *caos*. A celeuma temporal, inicialmente recai sobre a Revolução Industrial; no entanto, Zalasiewicz (*et al.*, 2011, p. 835, tradução nossa), sugeriram que: “(...) um limite em escala de época foi cruzado nos últimos dois séculos”. Definir o *início* do Antropoceno é funcional, pois expõe além dos “*footprints*”, impactos como Segunda Guerra Mundial, Era Nuclear e a Grande Aceleração; neste contexto, Latour (2020, p. 183) já observou que “quanto mais antiga a data, menos as formas atuais de capitalismo estão envolvidas e mais responsabilidades são diluídas”. A relação entre a humanidade e animalidade, destacada por Morin (2003, p. 40), reforça tal conexão.

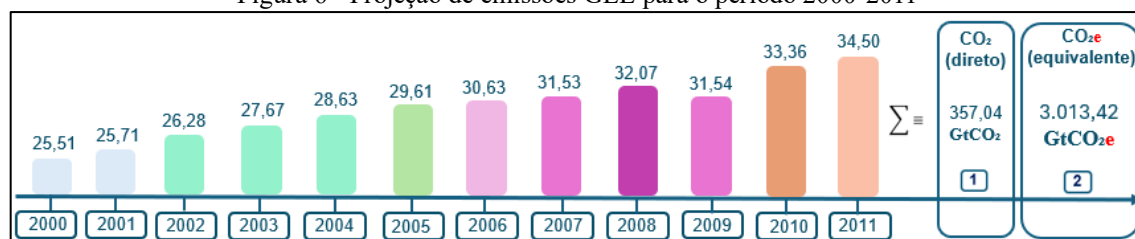
Compreender o contexto acima permite vincular o *tempo* geológico ao social-legal-ambiental (quadros 9 a 15), revelando como a linearidade do (pós)moderno influencia a construção de realidades fáticas. Embora Latour proponha um compartilhamento de responsabilidades ao longo do tempo, sua concepção é subjetiva e carece de respaldo científico diante das complexidades que interligam o capitalismo ao impacto humano em diferentes contextos histórico-culturais. No cenário político-internacional (quadros 12 a 14) emergiram justificativas principiológicas como poluidor-pagador (COPs 3-15-21-27) e a responsabilidade

mútua e recíproca – comuns, mas diferenciadas (COPs 15-21-27). Tais princípios tensionam a própria noção de responsabilidades (item 4.4.1 e 5.3).

Fato é que o *tempo* social-legal-ambiental humano pode ser analisado por duas perspectivas: (i) as diretrizes normativas impostas pelo poder regente e (ii) a moralidade e eticidade na relação Homem-Ecosfera; contudo, é necessário considerar uma inquietude: normas jurídicas (heterônomas, atributivas, coercitivas, bilaterais e atributivas) superam a moral, de natureza unilateral, na gestão do coletivo? A Ecosfera, de gestão coletiva, foi expropriada pelo capital? Latour (2020) explora as complexidades do capitalismo; fato é que há um duelo simbólico de premissas, pois enquanto Smith ([1776]1983) e Ricardo ([1817]1985) idealizavam economias desenvolvimentistas norteando o modelo econômico hegemônico ainda presente, Raworth (2019), Mazzucato (2022) e Ha-Joon Chang (2004; 2015), por exemplo, ampliam o escopo da economia para além do crescimento material, e incorporam as dimensões sociais e ambientais como elemento nuclear para a economia.

Certo é que, no período 2000-2011, enquanto o AWG debatia o Antropoceno, a cenarização prospectiva das projeções apontavam a escalada das emissões de GEE:

Figura 6 - Projeção de emissões GEE para o período 2000-2011



Fonte: OWID (2024); (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido sem contabilizar outros gases; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos em métrica comum com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) - (90% CO₂, 8% CH₄ com GWP de 28, 2% N₂O com GWP de 265) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022); (3) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

Seguindo a cronologia proposta neste item, enquanto a celeuma sobre a formalização do termo antropoceno, as emissões totais de CO₂e (equivalente) seguem em escalada global, atingindo 3.013,42 GtCO₂e.

Independente à mensuração das emissões de carbono equivalente, e do alarmismo danoso do desenvolvimentismo constatado pelo AWG, novas incursões e (in)certezas do tempo geológico e social desvelam, entre 2014 e 2016, outros possíveis marcos temporais. Ainda assim, o desenvolvimento carbonizado permanece evidente.

Quadro 5 - período 2014-2016 de análises do AWG

2014	Waters <i>et al.</i> : Uma base estratigráfica para o Antropoceno? In: Geological Society v. 395, n. 1, p. 17, nosso grifo.	Muitos, embora nem todos, dos indicadores abordados nesta Publicação Especial mostram assinaturas máximas que datam após 1945, levando à sugestão de que essa data pode ser uma idade adequada para o início do Antropoceno, caso se prove útil e necessário defini-lo.
-------------	---	---

2015	Zalasiewicz <i>et al.</i> : Quando começou o Antropoceno? Um nível de fronteira de meados do século XX é estratigraficamente ótimo. In: Quaternary international , v. 383, p. 196, nosso grifo.	Dos três níveis principais sugeridos – um nível do ' <u>antropoceno primitivo</u> ' <u>alguns milhares de anos atrás; o início da Revolução Industrial por volta de 1800 EC (Era Comum); e a 'Grande Aceleração' de meados do século XX</u> – as evidências atuais sugerem que a última delas tem o sinal mais pronunciado e globalmente síncrono.
2015	Waters <i>et al.</i> : A precipitação de armas nucleares pode marcar o início da Época do Antropoceno? In: Bulletin of the Atomic Scientists , v. 71, p. 55, nosso grifo.	<u>Se quisermos utilizar os resíduos das armas nucleares para marcar o início do Episódio Antropoceno</u> , o teste de armas nucleares de Alamogordo em 1945 marca o início da era nuclear, mas não possui uma clara assinatura radiogênica no registro geológico global. (...) o aumento mais pronunciado na dispersão de plutônio começa em <u>1952 e pode fornecer uma assinatura radiogênica prática para o início do Antropoceno</u> .
2016	Waters <i>et al.</i> : O Antropoceno é funcional e estratigraficamente distinto do Holoceno. In: Science , v. 351, p. 08, nosso grifo.	Nossa análise é mais consistente com <u>um início no meio do século XX, e várias opções já foram sugeridas dentro desse intervalo, variando de 1945 a 1964 d.C.</u> (...) as implicações de formalizar o Antropoceno vão muito além da comunidade geológica. Não apenas representaria a primeira instância de uma nova época testemunhada de primeira mão por sociedades humanas avançadas, mas também seria uma que decorre das consequências de suas próprias ações.

Fonte: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/> - grifo nosso, tradução nossa - adaptado pelo autor.

Waters (*et al.*, 2014) sugerem 1945 como possível marco temporal, coincidindo com o fim da Segunda Guerra Mundial e o início da “Grande Aceleração”, o rápido crescimento populacional (~2,5 bilhões em 1950, UN DESA, 2024) e a consequente intensificação do uso de recursos naturais (Steffen *et al.*, 2011, *fig. 5, a*). Nesse cenário, Waters (*op. cit.*) afirma: “Caso se prove útil e necessário defini-lo” – reconhecendo que a busca por uma definição, pode se provar “não útil” neste momento espaço-temporal. Ainda assim, o papel do AWG torna incontestes os impactos do humano no sistema-Terra; debater a funcionalidade do conceito no *hoje* é reservar à história a concretização da ignorância consentida.

Zalasiewicz (*et al.*, 2015) sugerem meados do século XX como cavilha de ouro, destacando a Grande Aceleração como marco emblemático. Diferentes acepções para antropoceno surgem: (i) primitivo (0 GtCO_{2e}); (ii) o início da industrialização (66 GtCO_{2e}); e, a Grande Aceleração (685 GtCO_{2e}) (ver quadro 25) – talvez observar o gradiente de GEE, por si só, desencadearia (pré)ocupações ao (pós)moderno. No mesmo ano, Waters (*et al.*, 2015) sugerem 1952 e a “era nuclear” (quadro 18), considerando resíduos atômicos como estrátotipo GSSP. Reduzir tal marco a um evento isolado torna opaca a toxicidade das interações antrópicas.

Em 2016, Waters aprofunda a funcionalidade do termo Antropoceno, apontando 1945-64 como intervalo adequado. Para além da questão epocal, Waters (*et al.*, 2016) entrelaçam os tempos geológico e social: os *footprints* tornam-se protagonistas de crises multifacetadas, impulsionadas pelo crescimento populacional e linearidade extrativista. Tal raciocínio reforça

a geolocalização de Steffen (*et al.*, 2011, *fig. 5*), mas haveria outra possibilidade? Fato é que, entre 1945-64, a população global (~3,015 bilhões) alcançaria, em 2024, segundo projeções da ~8 bilhões (UN DESA, 2012; 2024); seria possível, desde então, considerar se existem recursos naturais para sustentar a vida como conhecida? Certo é que, os *footprints* tornaram-se pêndulo da relação Homem-Ecosfera.

Ademais, vida como conhecida? A “era nuclear” seria o pináculo científico-tecnológico, simbolizando a transição entre vida, ordem e caos? Se Waters (*et al.* 2016) cogitam Alamogordo como estratótipo GSSP, talvez seja sensato ponderar, no futuro, a era da descarbonização como possível cavilhas de ouro? Novos paradigmas seguem nutrindo reflexões CTS(A), pois

A trama tecnocientífica se desenvolve misturando-se na trama de uma sociedade em que ciência e tecnologia, desempenham um papel decisivo em sua própria configuração. Portanto, o entrelaçamento entre ciência, tecnologia e sociedade obriga a analisar suas relações recíprocas com mais atenção do que implicaria a ingênua aplicação da clássica relação linear entre elas. (Palacios *et al.*, 2001, p. 10).

Ciência e tecnologia avançam moldadas pelas necessidades humanas, reconfigurando sociedades e economias, como observam Arocena e Sutz (2003) – mas também transformam o meio ambiente; *footprints* denunciam esse processo. Em diferentes contextos históricos, a ciência e tecnologia favoreceram circunavegações, impulsionaram a expansão agrícola e, mais tarde, viabilizaram a industrialização, consolidando o capital cultural acumulado ao longo desses processos. Ignorar a relação histórica entre ciência, tecnologia e sociedade é ocultar os efeitos antropocênicos e adiar as interlocuções socioambientais urgentes. Como alerta Santos (*et al.*, 2016, p. 16): “A monocultura do saber e do rigor cria ignorantes.”

Nesse contexto, a globalização não apenas desloca, mas também ressignifica o local (Robertson, 1992). A glocalização, por sua vez, pode acentuar isolacionismos, refletindo tensões entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (Beck, 2000, p. 94), como se observa, por exemplo, na mercantilização dos créditos de carbono (*fig. 22*). Diante disso, seria a sustentabilidade um levante contra o isolacionismo e o monoculturalismo? Seria a circularidade econômica uma estratégia tática dentro desse embate? A (des)carbonização, por fim, emerge como vetor central da disputa simbólica e política em torno da transição ecológica.

Neste rumo, poder-se-ia pensar: um novo rótulo temporal seria o “Fio de Ariadne” capaz de guiar o (pós)moderno em sua saída do labirinto tecnocientífico – globalizado ou glocalizado? Paradoxalmente, é a própria disruptura antropocênica – propulsão pelo que se convencionou chamar de Antropoceno – que impõe essa urgência. Entre 2014 e 2016, previsões radiométricas buscaram maior precisão na delimitação desse evento (Boggs, 2005). Waters et

al. (2014; 2016, tradução nossa) identificaram “assinaturas máximas” e propuseram o pós-1945 como estratótipo GSSP, enquanto Zalasiewicz et al. (2015) dividiram o Antropoceno em três momentos: Antropoceno Antigo, Industrialização e Grande Aceleração, sugerindo meados do século XX como marco definidor – a chamada “cavilha de ouro”.

Nesse contexto, Harari (2016, p. 80) provoca: “Oficialmente vivemos em uma era chamada Holoceno. Mas talvez seja melhor chamar a era que cobre os últimos 70 mil anos de Antropoceno: a era da humanidade.” O binômio causa-efeito atravessa múltiplas temporalidades – 70.000, 30.000, 11.700 anos no passado; 9.000 a.P. (cidades neolíticas), II a.C. (Rotas da Seda), 1610 (data fatídica), 1750 (industrialização), 1945 (era nuclear) – todas rupturas antrópicas que redesenham a própria tessitura do tempo. Essa chamada “era da humanidade” (Harari, 2016) ecoa o que poderíamos chamar de “efeito matrioska” – ou hiperobjetos (Morton, 2013): camadas interligadas de *ordem* e *caos* que moldam, em espiral, a relação entre humanidade, ecologia e temporalidade.

O cogumelo atômico de Alamogordo a cerca de 80 anos, que expôs cerca de 50 mil habitantes no Novo México (EUA BUREOU, 2023), tornou-se símbolo da intrepidez tecnocientífica e possível “cavilha de ouro” do Antropoceno (Waters *et al.*, 2015). O domínio do átomo – marco de uma humanidade que acreditou controlar as forças da matéria – desvelou a autonomia da ciência e da tecnologia frente a controles sociais e políticos. A era nuclear evidenciou um avanço técnico dissociado da responsabilidade civilizacional (quadro 18).

O essencialismo nutriu o antropoceno e, nesse caminho, como observou Bush (1945, p. 05): “novos produtos, as novas indústrias e a criação de postos de trabalho requerem a contínua adição de conhecimento das leis da natureza (...)”. O domínio dessas leis expressa a desanimalização consciencial e o capital cultural acumulado. Ainda assim, “A detonação do dispositivo Trinity em 1945 poderia ser um ponto de referência bem definido e historicamente importante, mas uma única detonação não possui (...)” (Waters *et al.*, 2015, p. 49, tradução nossa) valor estratigráfico suficiente por si só.

Decerto que uma única detonação não deixaria uma assinatura clara, mas 2058 explosões (ver quadro 18), sim. No *tempo* geológico, a era nuclear pode não ser um estratótipo GSSP, mas para o tempo social-ambiental, sua marca é inegável. Waters (*et al.*, 2016), com base nas análises anteriores (2014; 2015), tabelam as interações antrópicas, evidenciando:

Quadro 6 - Definição de unidades estratigráficas do quaternário

(a): agentes humanos nas assinaturas estratigráficas;
(b): novos materiais antropogênicos;
(c): mudança nas assinaturas geoquímicas em sedimentos e gelo;
(d): assinaturas radiogênicas e radionuclídeas em sedimentos e gelo;

(e): evidências do ciclo do carbono a partir de núcleos de gelo;
 (f): mudança climática e taxas de mudança do nível do mar desde o fim da última Era Glacial
 (g): mudança biótica como um indicador do Antropoceno.

Fonte: Waters (*et. al.*, 2016, p. 08-09, tradução nossa). Adaptado pelo autor.

Sob a perspectiva CTS(A), Waters distingue Holoceno e Antropoceno com base em materiais antropogênicos, assinaturas radiogênicas, radionuclídeos e mudanças bióticas como indicadores. Suas contribuições, no entanto, também incidem sobre o tempo social, legal e ambiental, ao evidenciar a intensificação das externalidades negativas do passivo ecológico. Como adverte Sandford (2019, p. 18, tradução nossa), muitos discutem o Antropoceno “sem sequer terem lido meia dúzia de artigos básicos escritos por quem o definiu”. Na Era dos homens, o (pós)moderno tornou-se seu próprio algoz. Ainda assim, permanece o debate: “se é útil formalizar o Antropoceno ou se é melhor deixá-lo como um termo de tempo geológico informal, embora bem fundamentado” (Waters et al., 2016, p. 8, tradução nossa); certo é que, (des)conhecimentos alimentam (in)certezas e nos bastidores da celeuma temporal, a crise socioambiental se apresentava como desafio; diante esse contexto, Morin ([2017]2020, p. 18) afirma: “Nosso saber científico realizou progressos gigantes, (...) Os maiores progressos dos conhecimentos científicos ampliam o desconhecimento ao mesmo tempo que ampliam o conhecimento.”

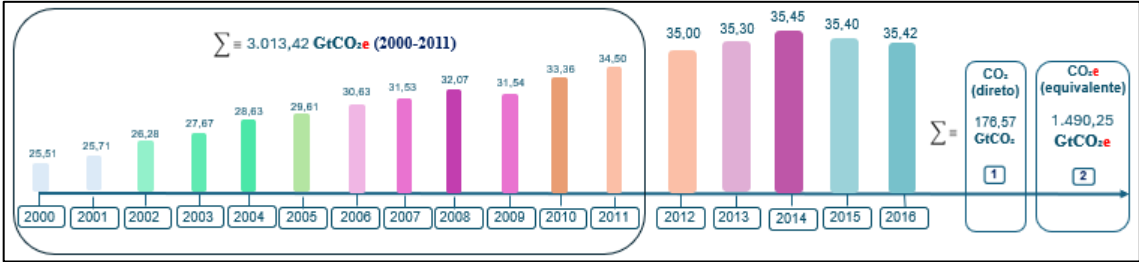
Há 53 anos o relatório de Meadows (1972) alertou sobre os impactos do crescimento populacional, industrial e econômico nos recursos naturais;

Daí a irritação, provocada entre muitos economistas, pelo estudo *The Limits to Growth* [...]. Graças a ele foram trazidos para o primeiro plano da discussão problemas cruciais que os economistas do desenvolvimento econômico trataram sempre de deixar na sombra (Furtado, 1974, p. 16-17).

Fato é que, no mesmo período, interlocuções (eco)desenvolvimentistas ganharam força em Estocolmo, revelando mais uma “matrioska” – ou hiperobjeto (Morton, 2013) – na trama espaço-temporal. Desde então, um mosaico de atos internacionais buscou modelar ideais sustentabilistas (quadro 15). Tais iniciativas pouco alteraram a lógica orquestrada nos últimos séculos, pois não há soluções imediatas para o efeito cumulativo milenar das interações antrópicas.

No período 2014-2016, enquanto o AWG debatia o Antropoceno, a cenarização prospectiva das projeções apontavam a continuidade da escalada das emissões de GEE, pois Enquanto a formalização de uma nova “Época” segue em debate, emissões totais de CO₂e (equivalente) contabilizaram 4.503,67 GtCO₂e entre 2000-2016, somando 3.013,42 GtCO₂e (2000-2011) e 1.490,25 GtCO₂e (2012-2016); nesse sentido:

Figura 7 - Projeção de emissões GEE para o período 2012-2016



Fonte: OWID (2024); (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido sem contabilizar outros gases; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos em métrica comum com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) - (90% CO₂, 8% CH₄ com GWP de 28, 2% N₂O com GWP de 265) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022); (3) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

O efeito cumulativo se intensifica, pois como afirmou Waters (*et al.*, 2016, p. 08, tradução nossa): “Não apenas representaria a primeira instância de uma nova época testemunhada de primeira mão por sociedades humanas avançadas, mas também seria uma que decorre das consequências de suas próprias ações.” A afirmação de Waters ressalta a ironia do Antropoceno: uma era em que a humanidade testemunha sua própria marca geológica, mas também enfrenta as consequências diretas de seu legado.

Seguindo as reflexões do AWG, a seguir, o cotejo do período de 2017 a 2020.

Quadro 7 - período 2017-2020 de análises do AWG

2017b	Zalasiewicz <i>et. al.</i>: As camadas da cidade do Antropoceno. In: Annales. Histoire, Sciences Sociales, p. 351, nosso grifo.	<u>Se quisermos compreender detalhadamente a trajetória futura do Antropoceno, da mesma forma que tentamos conhecer a história geológica passada da Terra, será necessário emergir esse tipo de ciência híbrida, uma ciência na qual as disciplinas se encontram através de pontes colocadas em lugares improváveis e inesperados. As cidades presentes na Terra, caracterizadas por um crescimento ativo, talvez sejam o aspecto mais impressionante das mudanças rápidas na geologia terrestre. Seu futuro é frequentemente considerado em termos de ciclos de eleição política ou investimento financeiro. De maneira muito mais rara, elas são analisadas em relação a escalas de tempo geológicas de milhões de anos. (...) Talvez devamos pensar no próximo milênio, século após século, como se estivéssemos estudando um rio prestes a mudar seu curso.</u>
2018	Summerhayes <i>et. al.</i>: Aquecimento global e o antropoceno In: Geology Today, p. 200, nosso grifo.	<u>Se as emissões cessarem, o aquecimento do Antropoceno provavelmente continuará, assim como ocorreu no final do evento da fronteira Paleoceno-Eoceno, por pelo menos 100.000 anos até que as condições "normais" sejam retomadas. Se desejamos estabilizar o clima em um nível aceitável de calor e nível do mar, e prevenir a acidificação oceânica descontrolada com todos os seus efeitos na vida marinha, teremos que reduzir as emissões de carbono. (...) Além disso, devemos sempre ter em mente a "Lei das Consequências Não Intencionais".</u>
2019	Zalasiewicz <i>et. al.</i>: O Antropoceno como unidade de tempo geológico: um guia para as evidências científicas e o debate atual, p. 15, nosso grifo.	<u>Então, há a importância do nome específico "Antropoceno" nesse contexto. (...). No entanto, como todos os termos de tempo geológico, ele não tem nenhum significado ou caráter simbólico específico - exceto que é para o fenômeno de uma geologia planetária profundamente impactada pelos seres humanos - como o "Anthrocen" (Revkin, 1992), o "Homogenocene" (Samways, 1999), o "Myxocene" (Pauly, 2010), o "Plasticene", o "Pyrocene", o "Plantationcene", o "Capitalocene" (ver Haraway, 2015) e outros. (...)</u>
Syvitski <i>et al.</i> :		O Grupo de Trabalho do Antropoceno (AWG) votou para afirmar a) o Antropoceno ser tratado como uma unidade cronoestratigráfica formal

2020	O consumo extraordinário de energia humana e os impactos geológicos resultantes, iniciados por volta de 1950 d.C., deram início à proposta do Época do Antropoceno. In: Nature , p. 09, nosso grifo.	definida por um GSSP, e b) o guia principal para a base do Antropoceno ser um dos sinais estratigráficos em torno de meados do século XX século da Era Comum. (...) A narrativa e os dados quantitativos aqui apresentados sustentam fortemente a trajetória do Sistema Terrestre longe de um estado Holoceno do sistema, substancialmente e globalmente, por volta de meados do século 20 por volta de 1950 EC. Estabelecer a nova época proposta formalizaria o uso do termo Antropoceno, que já vem sendo amplamente utilizado em pesquisas que descrevem mudanças induzidas por ações humanas e registradas em arquivos geológicos.
------	---	---

Fonte: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/> - grifo nosso, tradução nossa - adaptado pelo autor.

Zalasiewicz (*et al.*, 2017b, p. 351, tradução nossa) defendem uma “ciência híbrida, onde disciplinas se conectam por pontes inesperadas”, promovendo uma “comunicação internacional e interdisciplinar” (*idem*, 2011, p. 838, tradução nossa). No entanto, Latour (2000, p. 53) adverte: “Quando nos aproximamos dos lugares onde são criados fatos e máquinas, entramos no meio das controvérsias. Quanto mais nos aproximamos, mais as coisas se tornam controversas”. (Latour, 2000, p. 53). Certo é que, cada microcosmos científico opera sob regras e desafios próprios segundo Lahire (2002). O AWG, ao convergir múltiplos campos, exemplifica essa “ciência híbrida”; impulsionando torções epistemológicas multifacetadas. Nesse contexto de epistemes transversais, faz-se sensato reconhecer “outros cenos”, como o Urbanoceno, Capitaloceno, Carbonoceno etc., cotejados a contento.

A Teoria Ator-Rede (TAR – quadro 19) alicerça o AWG ao questionar as fronteiras entre humanos e não-humanos, natureza e sociedade e, o real e virtual (Latour, 2012), revelando a complexidade da geolocalização humana no Antropoceno e “outros cenos”, descrita por Zalasiewicz (*et al.*, 2017b, p. 838, tradução nossa) como “um rio prestes a mudar seu curso”. Então, é factível afirmar que os “excessos” humanos evidenciados pelas emissões de GEE (quadro 25), alimentam o debate sobre uma nova “Época”, marcada pelo binômio causa-efeito.

O (pós)moderno tecnosférico tenta remediar impactos, projetando metas para uma civilização em risco, ancorada na prometeica descarbonização; contudo, Latour (2020b, p. 50) alertava: “Como se nós, os Modernos, nunca tivéssemos sabido qual era o âmbito geral de nossa ação (...)”. Summerhayes (*et. al.*, 2018), em sintonia com Latour (2020b), destacam a urgência da descarbonização como eixo central para mitigar o Antropoceno. Seria, então, a “Disruptura Antropocênica” (Sandford, 2019) um processo de descarbonização?

O *quantum* de emissões totais é calculável, e, como aponta (Summerhayes, 2018, p. 200, tradução nossa) “teremos que reduzir as emissões de carbono” para estabilizar o clima. No item 4.4.1.1, será discutida tal redução – em busca da estabilização climática – e o revés do decaimento da absorção do CO₂ na atmosfera; novamente empresta-se de Latour (2020b, p. 50)

uma ponderação: “Como se fosse preciso aguardar o fim do século passado para perceber que, de certo modo, nossos projetos flutuavam no vazio .”

Um vazio carbonizado poderia ser afirmado. O aquecimento global persistirá “por pelo menos 100.000 anos” segundo Summerhayes (*et. al.*, 2018, p. 200, tradução nossa), até que as condições pré-industriais sejam restauradas – em outras palavras, um planeta com 01 GtCO₂e (quadro 25) e apenas ~791 milhões de habitantes (UN DESA, 2012) como em meados de 1750? Como alcançar essa normalidade com ~8,2 bilhões de humanos no sistema-Terra e um acúmulo de ~6851 GtCO₂e (1750-2000), além dos 4503,67 GtCO₂e contabilizados na somatória entre 2000-2016 (*fig. 07*)? Neste contexto, Eileen Crist afirma que,

O discurso do ANTROPOCENO mostra um autorretrato prometeico: uma espécie engenhosa, ainda que indisciplinada, distinguindo-se do pano de fundo da mera sobrevivência, ascendendo a ponto de receber um nome separado (*anthropos* significa “homem” e sempre implica “não animal”), cuja história irrefreável e em muitos sentidos gloriosa (criada em boa parte por meio do desenvolvimento tecnológico) gerou um impacto que se iguala às forças tremendas da Natureza. Essa história – que envolve apenas alguns poucos milhares de anos – agora se infiltrou no tempo geológico (...). (Crist, 2022, p. 39).

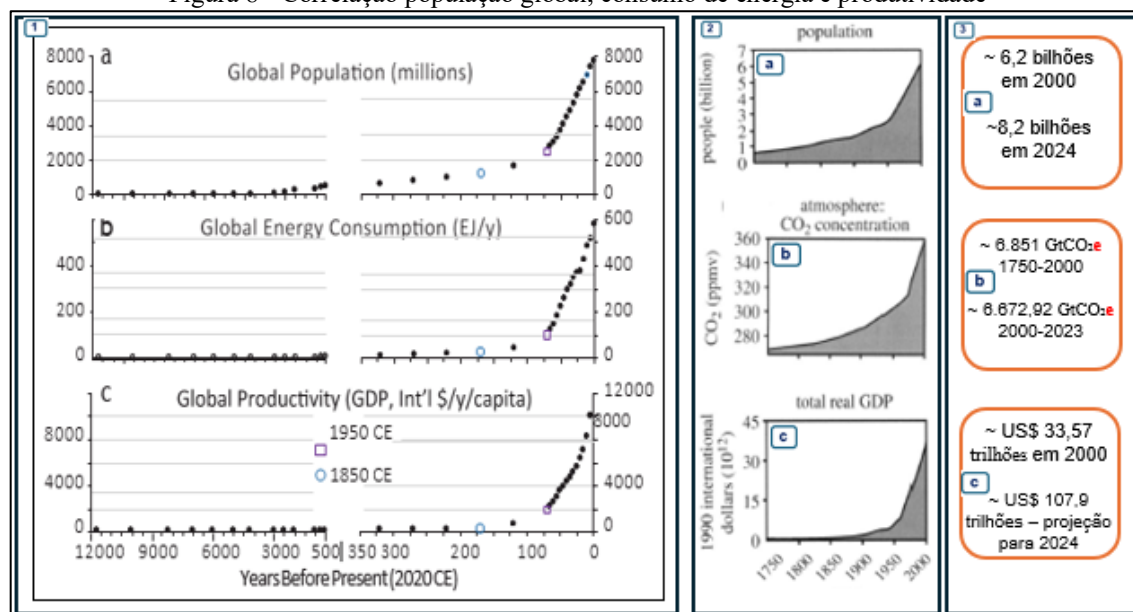
Em 2019, Zalasiewicz buscou sintetizar as evidências científicas sobre o Antropo+ceno, reforçando sua aceitação científica, apesar da ausência de um significado simbólico intrínseco a sua usualidade; contudo, “outros cenos” são apresentados: *Plasticene*, *Pyrocene*, *Plantationcene* e *Capitalocene* (Zalasiewicz *et al.*, 2019, *apud* Haraway, 2015, p. 15, tradução nossa) – que serão analisados no item 3.3, contudo, desde logo é observado um traço comum a todas as variações de “cenos”: (in)sustentabilidade carbonizada.

Seguindo a cronologia proposta sobre a análise do AWG (quadro 7), Jaia Syvitski (*et al.*, 2020, p. 09, tradução nossa) ao analisarem o consumo de energia e seus impactos geológicos afirmaram que: “a trajetória do Sistema Terra se afastou substancial e globalmente de um estado Holoceno por volta de 1950 EC”; tal análise alinha-se às conclusões de Steffen (*et al.*, 2011, *fig. 5*), que também identificam 1950 como azimuth central. A interconexão de dados amplia cosmovisão, diante projeções da população global (UN DESA, 2024), emissões totais de CO₂e e PIB (WBO, 2024); decerto que tais indicadores ladeiam as prospecções tanto de Syvitski quanto Steffen. A figura a seguir ilustra tal correlação.

As emissões de GEE, especialmente CO₂e, estão interligadas ao crescimento econômico, onde o PIB global saltou de US\$ 33,57 trilhões em 2000 para uma estimativa de US\$ 107,9 trilhões em 2024 (WBO, 2024); de forma pontual Furtado (1974, p. 16) está interconectado a esta discussão, pois: “Essa idéia constitui, seguramente, uma prolongação do

mito do progresso, elemento essencial na ideologia diretora da revolução burguesa, dentro da qual se criou a atual sociedade industrial”, nesse contexto:

Figura 8 - Correlação população global, consumo de energia e produtividade



Fonte: (1) Syvitski *et al.*, (2020, p. 02, fig. 06, tradução nossa): Correlação da população humana global, consumo de energia e produtividade durante as épocas do Holoceno e do Antropoceno – (1a) População humana global (milhões); (1b) consumo global de energia (EJ/ano), e; (1c) produtividade global (\$/ano/capita), (...) Círculo maior = 1850 EC; quadrado grande = 1950 EC; (2) Steffen *et al.* (2011, p. 851-852, adaptado) – Período 1750-2000: (2a): crescimento populacional; (2b): evolução sintomática do CO₂ – componente do GEE (CO₂ + CH₄ + N₂O); (2c): evolução do GDP (PIB); (3a) UN DESA (2024): Projeção da população global; (3b) IPCC (2021; 2022): Projeção de Emissões Globais de CO₂e (equivalente); (3c): WBO (2024) – PIB em trilhões de dólares. Adaptado pelo autor.

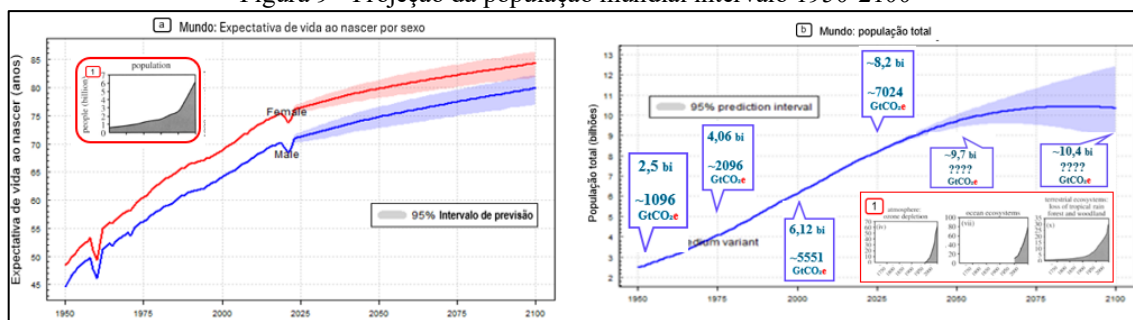
As pressões antrópicas decorrem do mito do progresso (Furtado, 1974), da linearidade econômica e do crescimento populacional que poderá alcançar 10,4 bilhões em 2100, segundo projeções da UN DESA (2024). Apesar da desaceleração do crescimento anual, a pressão sobre os sistemas naturais e socioeconômicos permanece crítica, sendo certo afirmar que sustentar a vida humana no sistema-Terra exige (re)definir modelos socioeconômicos e ambientais que respeitem os limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009) e limites do crescimento (Meadows, 1972); nesse caminho, Celso Furtado (1974, p. 75) assevera que “E é essa a razão fundamental pela qual uma ruptura cataclísmica, num horizonte previsível, carece de fundamento”. Sem mudanças estruturais, “ecologia superforte” (Gudynas, 2004; 2019), a explosão demográfica aprofundará (in)certezas sobre a viabilidade de um futuro sustentável.

Conjecturas e (in)certezas permeiam as reflexões sobre o futuro da humanidade. Sanford (2019, p. 35), por exemplo, aponta a necessidade do aumento na produção agrícola em 60% para sustentar uma população global de 12 bilhões; certo é que, projeções sobre crescimento demográfico e de emissões de GEE, intensificam as tensões no *tempo* sócio-ambiental por uma ruptura antropocênica. Neste cenário, Mike Berners-Lee (2020) destaca que medidas para sustentar a vida não podem ser dissociadas da pegada de carbono. A mudança climática – como

“hiperobjeto” (Morton, 2013) –, e sustentabilidade buscam respostas para uma vida descarbonizada?

Se o desafio é estabelecer paradigmas econômicos sustentáveis, estes são traçados desde Estocolmo (1972) e como observa Latour (2020a, p. 194) o Antropoceno deliberadamente nos leva “além da mera reconciliação entre natureza e sociedade”, pois redefine a centralidade da natureza nas relações humanas no sistema-Terra.

Figura 9 - Projeção da população mundial intervalo 1950-2100



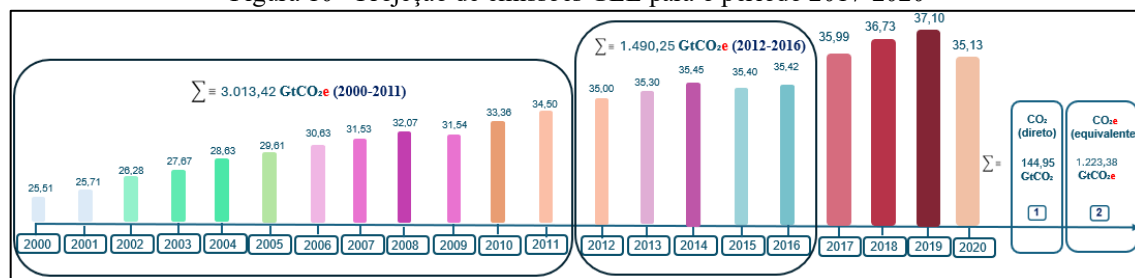
Fonte: 1. UN DESA (2022): figura (a) expectativa de vida; (1a) crescimento populacional no período 1750-2000 (Steffen *et al.*, 2011, p. 851); 2. UN DESA (2024): figura (b) população global a partir de 1950 e, projeção até 2100 UN DESA (2024) e OWID (2024): projeções de acúmulo de GtCO₂e - 1950-2024/5; (b1) projeção de absorção de CO₂e por sumidouros naturais no período de 1750-2000 (Steffen *et al.*, 2011, p. 852); Adaptado pelo autor.

Sustentar a vida humana no sistema-Terra exige a aceitação dos limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009). Sem uma ecologia superforte – que rompa o materialismo e rejeite o crescimento econômico como meta (Gudynas, 2004; 2019), a explosão demográfica, mitos de desenvolvimento e crescimento se desdobrarão em (in)certezas sobre a viabilidade de um futuro (pós)sustentável (*cap.* 5).

Tal futuro, segundo Latour (2020a), requer dissolver a separação entre natureza e sociedade, concebendo-as como um contínuo de influências mútuas – perspectiva que converge com Guattari ([1989]2022), ao destacar a interdependência entre três ecologias: (i) ambiental, marcada pela ação humana sobre a natureza; (ii) social, que exige a reconfiguração das relações; e (iii) mental, que propõe superar dicotomias e adotar paradigmas integrativos. Essa tríade ecoa em Boff (2011a, p. 62), ao afirmar que “não basta mudar ideias, é preciso mudar a consciência que sustenta o mundo doente.” Enquanto Latour e Guattari sugerem uma ruptura ontológica, Boff convoca uma conversão da consciência, unindo ética, espiritualidade e cuidado sensível com a Terra como sujeito.

Contudo, no período 2017-2020, mesmo diante reflexões interdisciplinares, tensões epistêmicas e constatações da negligência humana ao sistema-Terra, exposto pelo o AWG na celeuma do Antropoceno, a cenarização prospectiva das projeções de acúmulo de GEE, continuam em escalada acelerada:

Figura 10 - Projeção de emissões GEE para o período 2017-2020



Fonte: OWID (2024); (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido sem contabilizar outros gases; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos em métrica comum com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) - (90% CO₂, 8% CH₄ com GWP de 28, 2% N₂O com GWP de 265) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022); (3) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

Ignorância consentida ou (in)consequência? Como firmado anteriormente, somente a história esclarecerá a conduta do humano no *presente*. Certo é que, havendo um embate sobre um novo rótulo temporal, as emissões totais contabilizadas em curto espaço (2017-2020) somaram 1223,38 GtCO₂e – elevando o acúmulo desde 2000 para 5.727,05 GtCO₂e. Se no capítulo anterior o tCO₂e foi introduzido como uma constante parelha a “lei universal do caos”, os dados atuais reafirmariam uma evidência (in)contornável? Já não se trata apenas de toneladas métricas (10³) de carbono equivalente, mas gigatoneladas (10⁹), questão detalhada no item 4.4.4.1. Em tempo, Furtado (1969, p. 19) advertia: “O desenvolvimento é a transformação do conjunto das estruturas de uma sociedade em função de objetivos que se propõe alcançar essa sociedade.” Quais objetivos têm sido buscados pelo humano?

Entre 2021-2023, o AWG transcendeu a tentativa de formalizar nova época: Bauer (2021), Gibbard (2022a; 2022b) e Head (2023) passaram a propor Antropoceno como *evento* geológico, e não como uma Época. Fato é que a ICS define “Era-Época-Idade” com base em eventos marcantes – como o fim Pleistoceno, (~11.700 anos a.P.) – fim da última glaciação, que abriu o Holoceno. Reconhecer o Antropoceno como um *evento* reforça a visão de Thomas Berry (1988) sobre a *Era Ecozóica*: um horizonte mais amplo e (re)definidor de (eco)comportamentos essenciais à continuidade da vida. Afinal, “(...)até agora tivemos uma linguagem centrada no ser humano. Precisamos de uma linguagem centrada na Terra.” (Swimme; Berry, 1992, p. 258, tradução nossa). A discussão é aprofundada (item 5.3.3), mas já se impõe aqui uma observação cuidadosa das interlocuções do AWG – as quais revelam:

Quadro 8 - período 2020-2023 de análises do AWG

2021	Bauer, <i>et al.</i> : “Antropoceno: evento ou época?”. In: <i>Nature</i> , p. 597, p. 332, nosso grifo.	O conceito de Antropoceno inspirou mais de duas décadas de produção acadêmica construtiva e discussão pública. (...) <u>Ao contrário de épocas ou séries definidas formalmente, eventos geológicos podem abranger heterogeneidade espacial e temporal, assim como os diversos processos — ambientais e agora sociais — que interagem para produzir mudanças ambientais globais. Definir o Antropoceno dessa forma, em nossa visão, se conectaria melhor com a forma como o termo tem sido utilizado e criticado no mundo acadêmico.</u>
-------------	--	---

2022a	Gibbard et. al.: O Antropoceno como um Evento, não como uma Época. In: JQS , p. 398, nosso grifo.	<u>O Antropoceno como um evento geológico e conclusão: Reconhecer o Antropoceno como um importante capítulo transformador da história recente da Terra tem sido um elemento presente em publicações de uma ampla gama de disciplinas. No entanto, uma definição formal do Antropoceno tem se mostrado até agora elusiva. (...) No entanto, esses esforços têm sido comprometidos pelas dificuldades em determinar o início do Antropoceno (...). Uma mudança para uma estrutura de evento para definir o Antropoceno, como reiterado neste trabalho, é uma solução prática que supera muitos desses problemas (...) Acima de tudo, reconhece o Antropoceno como um importante episódio transformador na história da Terra, em consonância com eventos de escala semelhante no registro geológico anterior.</u>
2022b	Gibbard et. al.: Uma solução prática: o Antropoceno é um evento geológico, não uma época formal. In: Episodes , p. 354, nosso grifo.	Definir o Antropoceno como um evento geológico não eliminará todas as complicações associadas à inserção formal desse evento no registro estratigráfico. <u>O Evento do Antropoceno não deve ser considerado sinônimo da história humana.</u> Mesmo um paradigma de evento não evitará debates científicos acalorados sobre quando e como manifestações locais ou regionais das interações entre humanos e meio ambiente se relacionam com mudanças de consequência global na Terra. <u>Na verdade, o reconhecimento de um Evento do Antropoceno é apenas o primeiro passo na definição de um quadro interdisciplinar e multidisciplinar que facilitará a pesquisa nos próximos anos.</u> (...).
2023	Head et al.: O Antropoceno é uma época/série prospectiva, não um evento geológico. In: Episodes Vol. 46, No. 2, p. 232, nosso grifo.	O Antropoceno de Gibbard et al. (2021), embora apresentado como um 'evento geológico', <u>é formulado para também atender às ciências ambientais e sociais, facilitando, assim, uma maior congruência com esses campos de pesquisa.</u> (...) Ele reconhece a agência dos processos sociais e ambientais na produção de mudanças ambientais globais, enfatizando práticas culturais humanas transformadoras. (...) <u>Discerni sobre diferenças culturais e históricas, divisões sociopolíticas e desigualdades econômicas... em várias escalas (por exemplo, domicílios, comunidades, sociedade, etc.), e incorpora diversos processos históricos e sociais (por exemplo, urbanização, violência colonial, industrialização, produção capitalista, etc.).</u>

Fonte: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/> - grifo nosso, tradução nossa - adaptado pelo autor.

Sob a influência CTS(A), a teoria Ator-rede contribui para a base epistêmica que sustenta a rotulação de um novo tempo geológico. Bauer (*et al.*, 2021, p. 332, tradução nossa) destacam a “heterogeneidade espacial e temporal, assim como os diversos processos – ambientais e agora sociais”, evidenciando a relevância do debate desde 2000. Compreender o Antropoceno como *evento* dentro do Holoceno permite captar os impactos antrópicos sobre o espaço-tempo e vislumbrar uma cosmovisão em que o humano, imerso no sistema-Terra, busca um enlace (eco)existencial. Talvez a modernidade seja, afinal, uma matrioska de complexidades – como intuiu Latour (2000, p. 53): “quanto mais nos aproximamos dos lugares onde são criados fatos e máquinas, mais as coisas se tornam controversas”.

Gibbard (*et al.*, 2022a) destacam o desafio de formalizar o Antropoceno como uma unidade estratigráfica ou geocronológica ICS, confrontando a proposição de Lewis e Maslin (2015, p. 171) e Silva (*et al.*, 2018, p. 1654) exposta anteriormente. Reconhecer o Antropoceno como um *evento* de transformação no sistema-Terra implica equipará-lo a registros geológicos de grande magnitude, consolidando seu papel como um capítulo crítico da evolução planetária, moldado por influências humanas substanciais. Complementarmente, Gibbard (*et al.*, 2022b) reforçam que, embora seja um evento geológico, o Antropoceno não equivale à história humana,

mas a um período específico de mudanças globais – exigindo uma análise cuidadosa das interações entre as narrativas humanas e os impactos globais.

É neste ponto que se observa a cautela do AWG: 24 anos de elocubrações interdisciplinares consolidam uma robustez científica, que, por sua vez, pavimentam novas posturas (eco)existenciais que, em tese, influenciarão o *tempo* social-legal-ambiental.

Head (*et al.*, 2023) analisam o construto do AWG e destacam que distinções histórico-culturais, sociopolíticas, ambientais, econômicas devem ser consideradas, pois o Antropoceno é uma “época prospectiva” – ainda em projeção para o futuro. Neste cenário, a definição de uma nova “Época” enfrenta desafios, dada a ausência de um começo ou um fim claramente definidos.

Na celeuma antropocênica, o marco inicial é associado a eventos como o Neolítico, circunavegações, agricultura, industrialização e era nuclear, mas seu fim permanece incerto. Picanço e Mesquita (2018, p. 97) argumentam, que essa discussão, transcende à ciência, questionando a neutralidade do conceito e sua relação com outras esferas da cultura humana, sem exigir limites rígidos.

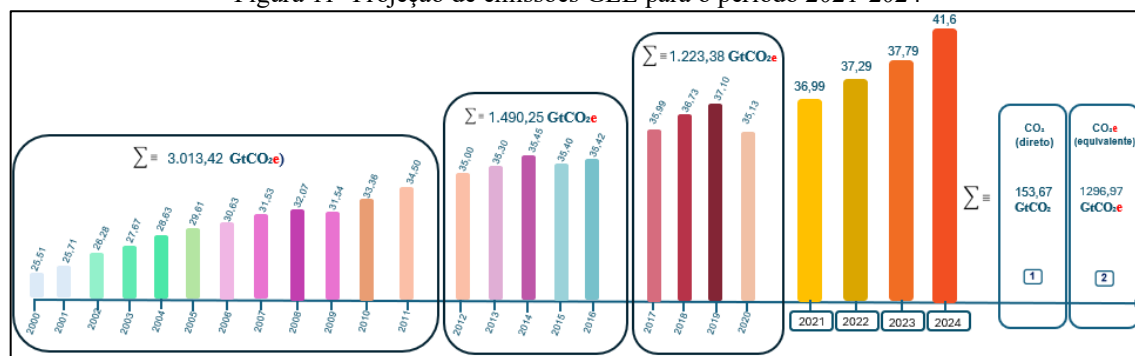
O Carbonozóico (ou Carbonoceno) emerge como uma alternativa crítica ao Antropoceno, ampliando o debate sobre os impactos humanos em escala geológica. Enquanto Antropoceno generaliza as interferências humanas no sistema-Terra, o Carbonoceno enfatiza a centralidade das emissões de CO₂, o papel estrutural das atividades econômicas baseadas em carbono nas transformações da Ecosfera (ver quadros 26 a 28) e limites e mitos do crescimento (Meadows, 1972; Furtado, 1974).

Paulo Artaxo (USP) contribui para o entendimento dos impactos humanos no ciclo do carbono e nas mudanças climáticas, analisando a interferência nos ciclos biogeoquímicos e o aumento das concentrações de CO₂ na atmosfera (Artaxo, 2014). Complementarmente, Simone Aparecida Vieira (UNICAMP) investiga os estoques de carbono em florestas tropicais, destacando sua importância para a mitigação das mudanças climáticas e o sequestro de carbono (Vieira, 2022) – questão conexa aos sumidouros naturais que, ao seu turno, poderiam ser considerados estoques globais para mercantilização de créditos de carbono? Inquietude aqui ventilada, e aprofundada no item 4.6.

O Carbonozóico enfatiza a crise climática como uma consequência direta de escolhas energéticas e econômicas lineares baseadas na exploração do carbono; certo é que, nesse cenário, o carvão, elemento central da revolução industrial, exemplifica esse impacto de forma marcante no *passado* e, ainda, no *presente* (figs. 16 e 17).

No período 2021-2024, enquanto o AWG continua o debate sobre Antropoceno, e a cenarização prospectiva das projeções de GEE mantém sua escalada:

Figura 11- Projeção de emissões GEE para o período 2021-2024



Fonte: OWID (2024); (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido sem contabilizar outros gases; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos em métrica comum com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) - (90% CO₂, 8% CH₄ com GWP de 28, 2% N₂O com GWP de 265) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022); (3) Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

As emissões de carbono equivalente alcançaram: (a) 1296,27 GtCO₂e no período de 2021 a 2024; e, (b) acúmulo de 7024,02 GtCO₂e entre 2000-2024 (OWID, 2024). Contudo, também é necessário levar em consideração o acúmulo histórico no período 1750-2000 (c) 6.851 GtCO₂e, segundo dados do “Atlas Global de Emissões”, seguindo o padrão AR6-Grupo 1 (IPCC, 2021) e AR6-Grupo 2 (IPCC, 2022). A simples somatória do período compreendido entre 1750 a 2024 – totalizando 13.875,02 GtCO₂e – poderia ser tomada como base para o alarmismo e catastrofismo ambiental, ou ao contrário, revelar-se-ia como um retrato empírico da negligência sistemática que sustenta o produtivismo global?

Ideais sustentabilistas seriam tão somente um símbolo semiótico (eco)amigável? A carta “Nosso Futuro Comum” (ONU, 1987) já alertava para a necessidade de uma visão sistêmica (cosmovisão) sobre as causas e efeitos das emissões. Ainda assim, a ignorância consentida acompanhou a escalada de emissões, ignorando o apelo da ONU (1987), promovendo um “futuro comum” carbonizado. A multiplicidade de interlocuções é essencial para uma (dis)ruptura epistemológica do antropocentrismo (Sandford, 2019), delineando o um *Sandbox* epistêmico, a ser explorado a seguir.

3.3. *Sandbox* Epistêmico: Neologismos e Reflexões CTS(A) no Tempo do Pós-Moderno

Zalasiewicz (*et al.*, 2019, p. 15), como firmado, destacam “outros cenos” que orbitam o conceito de Antropoceno e ampliam o debate sobre as implicações político-econômicas e ambientais humanas no sistema-Terra. Este item ancora reflexões transversais dos próximos itens e capítulos, e sem prejuízo do rigor das ciências geológicas, será empregado o termo “era” como suporte para os neologismos a seguir.

Plasticeno: embora não formalmente reconhecido como era geológica, o termo reflete o impacto dos resíduos plásticos no sistema-Terra, evidenciado por formações como plastigomerados e pirolásticos (Corcoran, 2014). Sua onipresença nos estratos geológicos e nos ecossistemas reforça a crescente preocupação com a poluição plástica.

A ausência de mecanismos eficazes de controle sobre microplásticos no ambiente marinho foi objeto de alerta (Do Sul; Costa, 2014), agravando a formação das chamadas ilhas de plástico (*garbage patches*), como a Grande Mancha do Pacífico (*Great Pacific Garbage Patch*), descrita por Leonard (2010). O resíduo plástico, como *footprint* ecológico (Wackernagel; Rees, 1996), evidencia a persistência da linearidade comportamental-econômica diante os “descartáveis” que, por sua vez, intensifica as emissões GEE, acelerando o decaimento de absorção dos sumidouros naturais de CO₂e (quadro 28). Esse cenário impulsiona discussões sobre regulações transnacionais e diretrizes para a governança global (item 4.6).

Piroceno (Pyne, 2019): embora sem reconhecimento geológico formal, descreve a intensificação de queimadas e a alteração de biomas pelo manejo inadequado do solo. Esse fenômeno se correlaciona com eventos de *extreme heat* e padrões sigma de temperaturas (Coumou; Robinson, 2014, p. 04, *fig. 1*), levantando especulações científicas sobre o aumento das temperaturas na atualidade. A relação histórica entre humanidade e fogo (Pyne, 2021), antes um fator de progresso, agora ameaça a estabilidade climática e ecológica global (Pyne, 2022). Para Boff (2024), o Piroceno representa um ponto crítico da crise socioambiental, pois desmatamento, queimadas e manejo inadequado dos solos impulsionam eventos extremos.

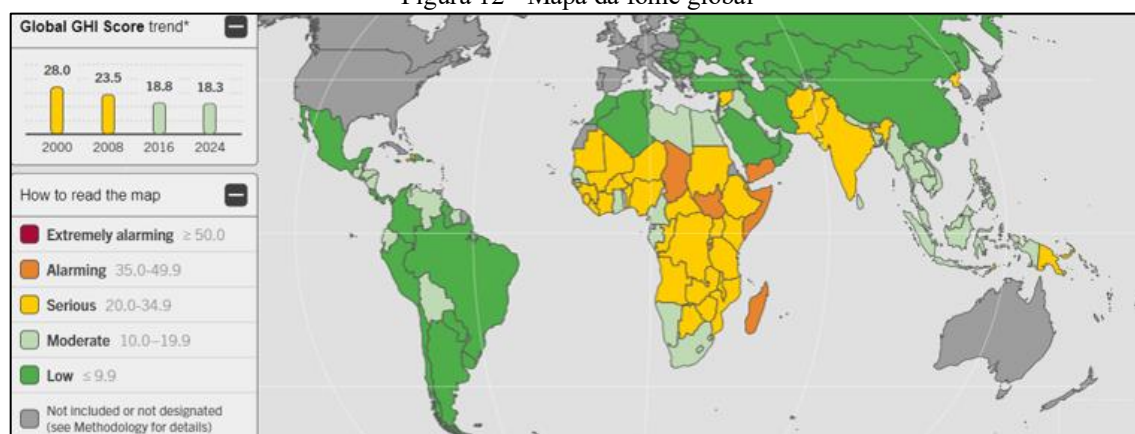
Tais eventos, marcados por desvios significativos do padrão *sigma*, ou seja, desvios acentuados de temperatura, refletem a própria trajetória da humanidade e sua busca por progresso, crescimento e desenvolvimento. Certo é que queimadas e a degradação dos biomas, como *footprints*: (i) ecológico (Wackernagel; Rees, 1996), e (ii) agrícola e de carbono (Berners-Lee, ([2010[2020]), evidenciam a persistência do extrativismo linear – ampliando, consequentemente, emissões e acelerando o decaimento de absorções dos sumidouros naturais de CO₂e (quadro 28).

Plantationocene (Haraway, 2015): era das monoculturas agrícolas e florestais, que sustentam o sistema econômico global à custa da exaustão de recursos naturais e desestruturação ecossistêmica. Como alimentar mais de 8 bilhões de humanos no sistema-Terra? Tsing (2015, p. 62, tradução nossa), em meio à devastação do capitalismo, expôs práticas como a coleta de cogumelos, revelando economias emergentes de baixo carbono, diante interações complexas entre humanos e não humanos.

Contudo mesmo atendendo a demanda de mercado, o Plantatioceno não resolve a fome: em 2023, segundo o indicador de prevalência de subnutrição (POU-WFP), cerca de 733 milhões de pessoas enfrentaram insegurança alimentar, representando ~9,1% da população global, conforme o relatório SOFI (2024); O *Global Hunger Index* (fig. 12) reforça as reflexões de Steffen (*et al.*, 2011) sobre desigualdades estruturais no sistema econômico, alinhando-se às análises de Berners-Lee (2020) sobre hiperconsumo, pegada de carbono e fome. Certo é que o plantatioceno, intensifica emissões GEE e acelera o decaimento de absorção dos sumidouros naturais de CO₂e perpetuando a lógica linear do crescimento econômico linear, enquanto fome persiste como traço estrutural da história humana.

Talvez a proposta de economias comunitárias seja viável, pois “descrever a diversidade de esforços na construção de formas mais eticamente responsáveis de negociar a sobrevivência – isto é, a satisfação de necessidades básicas (...)” (Gibson; Grahan, 2021, p. 316) seja viável; questão cotejada no capítulo 5.

Figura 12 - Mapa da fome global



Fonte: WELTHUNGERHILFE (WHH): Figure 1.6: 2024 Global Hunger Index by Severity.” Mapa. In: “2024 Global Hunger Index”: How Gender Justice Can Advance Climate Resilience and Zero Hunger. Adaptado pelo autor.

Urbanocene (Chwalczyk, 2020): representa a era da urbanização dos ecossistemas. Compreender as cidades como parte do sistema-Terra torna-se essencial, diante desafios ecológicos, sociais e ambientais. O crescimento populacional impulsionou a formação de “megacities” e meios urbanos densamente povoados, com cadeias lineares de produção e consumo sistêmico retroalimentado. Sob a ótica CTS(A) (re)pensar os modelos urbanos revela alternativas inteligentes – de acordo com as capacidades cognitivas do humano – que, em tese, poderiam se configurar como soluções prometeicas – ou, em outras palavras, um “oásis holocênico tecnosférico no antropoceno”, sustentado pela ciência e novas (eco)tecnologias. Bradford (2004, p. 03, tradução nossa) pontua: “as cidades criativas são locais dinâmicos de experimentação e inovação, onde novas ideias florescem e o público participa ativamente para

lidar de forma imaginativa com questões complexas(...);” nesse caminho “Modelos de “smart cities” [sic] (...) poderiam ser o rascunho para o modelo de governança climática ambiental global (eco)eficaz. Entretanto, transpor ideopolíticas se faz necessário para alavancar superações.” (Montefusco *et al.*, 2025, p. 3219).

Meios urbanos inteligentes inserem-se na lógica tecnocientífica contemporânea voltada à implementação de mecanismos de (eco)bem-estar. No entanto, a retroalimentação sistêmica do Urbanoceno intensifica emissões de GEE, consolidando um epicentro de *footprints* – sociais, ecológicos, de carbono etc. (quadro 28) – uma megaestrutura que consome mais do que regenera. Talvez a proposta de ecovilas – “assentamento em escala humana, no qual as atividades humanas são inofensivamente integradas ao mundo natural de modo a apoiar o desenvolvimento humano saudável(...)” (Gilman (1991), *apud* Chaves, 2021, p. 332) e uma ecologia social onde se “propõe uma visão política revolucionária e reconstrutiva (...)” (Tokar, 2021, p. 292), seja distópica, mas sensata.

Capitalocene (Haraway, 2022): a era do capital onde o capitalismo linear redefiniu a relação do humano com a Ecosfera. O avanço de tecnologias extrativistas intensificou a exploração de recursos naturais, moldando processos ambientais para atender às demandas do (pós)moderno, aprofundando o abissalismo e monoculturalismo, além de disparidades socioeconômicas. Desde 1950, com a intensificação dos FDIIs (Steffen *et al.*, 2011, *fig.* 5), o modelo exploratório se alinhou ao *Novo Imperialismo* (Harvey, [2003]2004). Para Haraway (2022, p. 69), a lógica “capital + ceno” exige uma desconstrução sistêmica (re)habilitatória do humano para com o sistema-Terra, acreditando que o: “(...) pensar sobre re-habilitação (tornar habitável novamente) e sustentabilidade entre os tecidos porosos e bordas abertas de mundos vivos danificados, (...)” transcende ideais sustentabilistas antropocênicos, balizados no “*laissez-faire*”.

A lógica antropocênica transcende a teoria do valor de Smith ([1776]1983) e a teoria do valor-trabalho (Ricardo, [1817]1985), buscando um ideal sustentabilista que, paradoxalmente, ainda se ancora no extrativismo. Haraway (2022, p. 71) defende que a reabilitação e sustentabilidade entre tecidos porosos, exigem a reimaginação profunda do sistema, indo além das crises ideológicas do capitalismo linear, enquanto Moore (2022, p. 20) ressalta que o capitalismo não apenas explora a natureza, mas a organiza como uma ecologia-mundo multiespécie capitalista. O Capitaloceno, intensifica emissões GEE e acelera o decaimento de absorção dos sumidouros naturais de CO₂e (quadro 28), evidenciando a contradição entre progresso e colapso sistêmico.

Löwy (2013) argumenta que a crise ecológica é intrinsicamente ligada à dinâmica do capitalismo, que transforma seres humanos e recursos naturais em mercadorias para a expansão dos negócios e acumulação de lucros. Ademais, Löwy (2013, p. 81) propõe o ecossocialismo como uma alternativa radical, afirmando que “a preservação de um ambiente natural favorável à vida no planeta é incompatível com a lógica expansiva e destrutiva do sistema capitalista.”, questão cotejada no capítulo 5.

Carbonocene, petroleoceno e necroceno (McBrian, 2022): representam a era dos combustíveis fósseis, o mais emblemático dos *footprints* e objeto de debates enviesados nas COPs. Desde o carvão até os motores de combustão interna, os avanços tecnocientíficos revelaram seus riscos: aquecimento global e intensificação dos eventos extremos e o protagonismo do CO₂e e GEE na transformação do sistema-Terra. Como observa McBrian (2022),

O que quero propor é que reconheçamos o Necroceno – ou a “Nova Morte” – como um momento biogeológicos fundamental da nossa era: o Capitaloceno. O Necroceno reenquadra a história da expansão capitalista por meio do processo do *devir extinção*. A acumulação de capital é a acumulação de extinção potencial – um potencial cada vez mais ativo nas décadas recentes. Esse *devir extinção* não se resume no processo biológico de extinção de espécies. É também a extinção de culturas e idiomas, seja por força, seja por assimilação; é a exterminação de povos, pelo trabalho ou por assassinato; é a extinção da terra no esgotamento de combustíveis fósseis, terras-raras e até do elemento químico hélio; é a acidificação e a eutrofização do oceano, o desmatamento e a desertificação, o derretimento das calotas polares e a elevação do nível do mar; a grande faixa de lixo no pacífico e o aterro de resíduos nucleares; é o McDonalds, é a Monsanto.(...) o capitalismo é a transmutação recíproca da vida na morte e da morte no capital. (McBrian, 2022, p. 189-190).

Refletir sobre Carbonoceno amplia a compreensão de todas as “*footprints*”, pois como destaca Haraway (2022, p. 89) “o Antropoceno obteve a adesão no discurso popular e científico no contexto de esforços urgentes (...)”. O conceito de Necroceno (McBrian, 2022) insere uma crítica incisiva ao associar a acumulação do capital à perpetuação de extinções – biológicas, culturais e materiais. Löwy (2019) aprofunda essa relação ao caracterizar o capitalismo como um sistema estruturalmente ecocida, onde a lógica da acumulação se sobrepõe aos limites planetários (*fig. 20*); nesse caminho, o sistema produtivo como um todo deve ser transformado, pois não há conciliação possível entre a manutenção da vida e a lógica de mercado.

Ao expor a conversão sistêmica da vida em capital e da destruição em lucro, a perspectiva necrocênica rompe a narrativa antropocênica, evidenciando o vínculo estrutural entre economia e colapso ambiental. Nesse contexto, a abordagem se insere na “caixa de areia”

epistêmica dos “cenos”, onde o “GtCO₂e” emerge como matriz central de reflexões. Talvez seja um apelo dramático, contudo

Quase ninguém parece ter percebido a geografia da transformação ambiental global como a pista decisiva para todos os outros momentos de transição. Os ambientalistas procuraram pela máquina moderna e a encontraram: o motor a vapor e todo o resto. Os marxistas procuraram pela estrutura de classe “correta” – trabalhadores assalariados, relações de propriedade burguesa e tudo isso – e também a encontraram. Os economistas procuraram por algo parecido com mercados modernos e mecanismos institucionais favorecendo uma “economia moderna”. (...) E todos ignoraram algo muito relevante: um novo padrão de criação de ambiente. (Moore, 2020, p. 158).

3.3.1 *Imerso no Sandbox epistêmico: Diretrizes sistêmicas do Prometeu (humano)*

Os direitos fundamentais refletem as transformações sociopolíticas de cada época. Bobbio ([1992]2004), em *Era dos Direitos*, traça essa evolução: direitos civis e políticos no séc. XVIII, direitos sociais e econômicos no séc. XIX e direitos metaindividuais no séc. XX; contudo, a intuição de Dante Alighieri: “o direito é uma proporção real e pessoal, de homem para homem, que conservada, conserva a sociedade; corrompida, corrompe-a.” (*apud* Reale, 2002, p. 60), reverbera nos bastidores dos capítulos 4 e 5.

A titularidade coletiva da comunidade, de natureza metaindividual, constitui uma conquista do séc. XX, com o DUDH (ONU, 1948, art. 6º) como marco fundamental. Além do direito de ser, esse período inaugura novas perspectivas sobre tutela ambiental. Nesse sentido, a evolução regulatória, como observado anteriormente, do séc. XVII (Groove, 1995); do séc. XVIII (Brimblecombe, 1997); e; do séc. XIX (Haines, 1996; Luxton, 2008) expõe tentativas históricas de proteção ambiental, cada qual ancorada no seu contexto sociopolítico. No entanto, sob a ótica de um “(...) capitalismo como uma ecologia-mundo de poder” (Moore, 2022, p. 21), gravames socioeconômicos, políticos e ambientais persistem, expondo um sistema que oscila entre regulação e destruição.

De forma preliminar, delineou-se o percurso histórico dos direitos fundamentais, categoria-chave das ciências sociais aplicadas e expressão dos embates político-jurídicos por reconhecimento e proteção. Decerto que a teoria das “gerações”, proposta por Vasak, foi criticada por sugerir uma hierarquia temporal, ao passo que a noção de “dimensões” ressalta a interdependência (Cançado Trindade, 1997). Embora Vasak (1979) reconhecesse essa coexistência, abordagens atuais defendem que ambas são complementares. Sendo os direitos fundamentais interdependentes, refletem não só a evolução cognitiva e social do humano em sua geolocalização (*cap.* 2), mas também sua projeção simbólica no item 4.6, onde a semiótica

das (eco)diretrizes se articula à EC. Antecipar suas implicações, porém, exige uma cosmovisão ampliada e para tal, será observada a evolução sistêmica do *tempo* social-legal e ambiental:

Quadro 9 - O tempo social-legal - dimensões/gerações séc. XI-XX

<i>Inexistência de dimensões/gerações de direitos fundamentais. 1,0 GtCO₂e</i>	
Séc. XI-XVI	Na maioria absolutistas/monárquicos, os Estados-nações possuíam sistemas políticos centralizados e direitos sociais inexistentes, como foco em estruturas sociais baseadas no <i>status</i> e posse de terras. Deveres feudais ligavam camponeses aos senhores, com trabalhos e tributos como pilares.
<i>Inexistência de dimensões/gerações de direitos fundamentais. 349,65 GtCO₂e</i>	
Séc. XVII	A Revolução Gloriosa Inglesa (1688) e o <i>Bill of Rights</i> (1689) marcaram a revolução política frente ao absolutismo monárquico, fundamentado no “direito divino dos reis”. Enquanto a França centralizava o poder o rei, a Inglaterra enfrentava conflitos políticos no século XVII. Na Espanha, o absolutismo enfraquecia, enquanto na Rússia, os Czars fortaleciam o poder central.
<i>Primeira dimensão/geração de direitos fundamentais. 493,62 GtCO₂e</i>	
Séc. XVIII	A Revolução Francesa (1789-1799) e a Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão consolidaram direitos individuais, civis e políticos, influenciando constituições e sistemas de direitos humanos globalmente. Foi um marco na formação dos Estados-nações modernos.
<i>Segunda dimensão/geração de direitos fundamentais. 617,03 GtCO₂e</i>	
Séc. XIX	Mudanças políticas, sociais e econômicas marcaram a formação dos Estados modernos, com respostas aos desafios do capitalismo industrial e às lutas dos trabalhadores. Surgiram direitos sociais, econômicos e culturais, como trabalho, educação saúde, previdência, habitação, cultura e lazer para garantir bem-estar e igualdade material.
<i>Terceira dimensão/geração de direitos fundamentais. 5388,70 GtCO₂e</i>	
Séc. XX	Direitos difusos ou transindividuais transcendem interesses individuais e nacionais, protegendo valores coletivos e globais. Frente à globalização e interdependência, incluem o direito a um meio ambiente saudável, paz, informação, desenvolvimento e direitos humanos universais. Como destaca Zlauvinem (2012) - direitos que reforçam a interseção entre realidades sociais e direitos socioeconômicos na busca por justiça e equidade.

Fonte: (i) Atlas global de emissões; (ii) OWID (2024); (iii) LULUF (2023); e, quadro 24, capítulo 03 - adaptado pelo autor; (v) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

Os valores de emissões totais (quadro 25) foram redistribuídos proporcionalmente aos períodos históricos, conectando eventos socioeconômicos às emissões globais. Antes de 1750, o uso restrito de recursos não renováveis resultou em emissões modestas (1 GtCO₂e). No século XIX (617 GtCO₂e), onde há um salto vinculado às transformações estruturais da modernidade. No século XX, com 5388,70 GtCO₂e, as emissões cresceram em escala alarmante, acompanhando o surgimento dos direitos coletivos e difusos, como o direito ao meio ambiente. Ainda assim, a lógica linear do comportamento econômico persiste, revelando que marcos normativos nem sempre rompem padrões históricos.

Sob a perspectiva bourdieusiana do “habitus-campus-capital”, o capital cultural incorporado e objetivado (Bourdieu, 2007) oferece terreno fértil para refletir sobre os direitos fundamentais. (Re)pensar essas categorias acompanha a construção social dos saberes e práticas, sobretudo em relação à Economia Circular (*cap.* 4) e à pós-sustentabilidade (*cap.* 5).

A (re)configuração de paradigmas que articulem justiça social, ecológica e econômica em caráter global e interdisciplinar, continua sua evolução:

Quadro 10 - O tempo social-legal - dimensões/gerações séc. XI-XX

<u>Quarta dimensão/geração dos direitos fundamentais.</u>	
Globalização e interdependência global evidenciam desafios que transcendem fronteiras, como a proteção dos direitos humanos, das comunidades indígenas e das gerações futuras, além da promoção da paz. Hannah Arendt ([1958]2019) ressalta a importância dos direitos civis na participação democrática, enquanto José Afonso da Silva (1984) reforça a conexão entre direitos humanos, civis e políticos, democracia e paz.	
<u>Quinta dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
Conceitos de "paz negativa" e "paz positiva", segundo Johan Galtung (1995), destacam que uma paz duradoura requer condições estruturais que promovam justiça social e desenvolvimento humano, indo além da mera ausência da guerra. Flávia Piovesan (2009) reforça a dimensão dos direitos culturais e educativos nesse contexto.	
<u>Sexta dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
Sex. XX-XXI	O direito à democracia e à informação, conforme a teoria da ação comunicativa e do espaço público de Jürgen Habermas ([1962]1989), reforça a importância da esfera pública crítica para a cidadania e a legitimação do poder político. André Carvalho Ramos (2014) e Paulo Bonavides (2006) destacam a defesa da água potável e direitos relacionados à bioética, enquanto Zulmar Fachin (2012) aborda a dimensão ambiental e ecológica, afirmando a necessidade de proteger o meio ambiente e seus recursos essenciais.
<u>Sétima dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
Período 2000-2024	O Princípio da Responsabilidade, segundo Hans Jonas ([1979]1984), destaca novas responsabilidades éticas impostas pelas tecnologias modernas, especialmente no que tange ao impacto a longo prazo no meio ambiente e nas próximas gerações. André Carvalho Ramos (2014) discute o direito à impunidade do investigado, indiciado, réu ou apenado como garantia jurídica essencial.
7024,02 GtCO₂e	
<u>Oitava dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
A bioética, centrada na dignidade humana diante das biotecnologias e da medicina moderna, aborda questões como clonagem, manipulação genética e prolongamento da vida. Leon Kass (2002) enfatiza a preservação da identidade e dignidade humana, enquanto Luciano Dadalto (2015) explora direitos relacionados ao neurodireito e à bioética.	
<u>Nona dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
Os direitos cibernéticos ou digitais destacam o impacto do poder dos algoritmos e códigos como formas de regulação, afetando privacidade, liberdade e controle na internet, segundo Lawrence Lessig (1999). Danilo Doneda (2006) amplia a discussão ao abordar a proteção de dados, os direitos digitais em esferas globais e os direitos de entidades digitais autônomas, como sistemas de IA avançados.	
<u>Décima dimensão/geração de direitos fundamentais</u>	
O acesso a recursos e direitos das comunidades tradicionais envolve soberania alimentar, direito à terra e proteção de recursos naturais e conhecimento tradicional. Vandana Shiva (2005) defende o controle local sobre territórios e recursos, promovendo justiça ambiental e respeito a esses direitos. Ronaldo Lemos (2005) explora a bioética e os direitos em contextos de colonização espacial e no uso ético de novas tecnologias.	

Fonte: (i) Atlas global de emissões; (ii) OWID (2024); (iii) LULUF (2023); e, (i) quadro 25 (cap. 4) - adaptado pelo autor; (v) Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

A partir da terceira dimensão dos direitos fundamentais, emergem tutelas amplas e interdependentes, refletindo a busca (pós)moderna por uma visão integrada dos fenômenos sociopolíticos, econômicos, ambientais e culturais. Ainda que marcada por (in)certezas quanto à temporalidade do sistema-Terra, essa cosmovisão é moldada por processos históricos e culturais (cap. 2). As ideopolíticas herdadas das primeiras dimensões revelam tensões entre

universalidade e particularidades locais. Norte e Sul global absorvem o Direito em ritmos distintos: enquanto o Norte colhe os frutos da industrialização, o Sul enfrenta desafios estruturais na afirmação de direitos e no desenvolvimento. Neste cenário:

Seja qual for o método político empregado, parece haver alguns princípios comuns à longa série de bem-sucedidos estrategistas do desenvolvimento, a começar por Eduardo III, no século XIV, passando por Robert Walpole, Frederico, o Grande, e Alexander Hamilton, no século XVIII, até os criadores de políticas norte-americanos, alemães e suecos do século XIX e seus equivalentes asiáticos ou franceses do século XX. (Chang, 2004, p. 208).

Ha-Joon Chang (2004) evidencia como estratégias históricas de desenvolvimento consolidaram ideopolíticas extrativistas e lineares, conferindo êxito aos colonizadores. Em *Non-Cooperative Games* (Nash, 1950), a lógica de soma-zero ilustra como a geolocalização humana tornou-se, além de um projeto de unificação étnico-social (Chardin, 1997), um tabuleiro de disputas econômicas. O equilíbrio estratégico descrito por Nash deveria ser metas a ser alcançada, mas as linhas abissais entre Norte e Sul global, reforçadas pelo colonialismo e pós-colonialismo, revelam sua ausência. Os FDI's (Steffen *et al.*, 2011, *fig. 5*) expressam essa assimetria e evocam a pergunta de Chang (2004, p. 211): “Estariam os países desenvolvidos ‘chutando a escada’ que os levou ao topo?” Relatórios como o da Lacuna de Emissões (PNUMA, 2024) e a COP-29 reforçam o discurso do equilíbrio, mas também revelam a letargia histórica da Conferência das Partes desde 1995; nesse sentido:

A noção de ponto de equilíbrio é o ingrediente básico em nossa teoria. Essa noção fornece uma generalização do conceito de solução de um jogo de soma zero para duas pessoas. Verifica-se que o conjunto de pontos de equilíbrio de um jogo de soma zero para duas pessoas é simplesmente o conjunto de todos os pares de “boas estratégias” opostas. (Nash, 1950, p. 286).

Mesmo sob a letargia das COPs desde 1995, a noção de ponto de equilíbrio permanece central. Nash (1950, p. 286) define o equilíbrio como resultado de boas estratégias dicotômicas nos jogos de soma-zero. A indagação de Chang (2004) ganha força diante a décima dimensão/geração e a percepção de Vandana Shiva (2005), que defende o controle local sobre territórios e recursos como caminho para a justiça ambiental. Fato é que, no Capitaloceno (Moore, 2022), as múltiplas dimensões dos direitos fundamentais e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) compõe um mosaico interconectado de desafios e possibilidades, que serve de base para as discussões sobre Economia Circular e Pós-Sustentabilidade (*caps. 4 e 5*). Em tempo, no interior do capital + ceno, o tempo social-ambiental desdobra-se em fissuras e camadas –matrioskas de uma trama espaço-temporal – que, a seguir, ganham forma no quadro que revela suas tensões:

Quadro 11 - O tempo social-ambiental - séc. XX-XXI

<u>Declaração universal dos direitos do homem</u>	
DUDH, 1948	Artigo 1. Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos. (...); Artigo 3. Todo ser humano tem direito à vida(...); Artigo 6. Todo ser humano tem o direito de ser, em todos os lugares, reconhecido como pessoa perante a lei.
<u>Clube de Roma e Relatório de Meadows</u> <i>Interdependência dos componentes – econômicos, políticos, naturais e sociais.</i>	
1968 - 1972	"O que será necessário para sustentar o crescimento econômico e populacional mundial até, e talvez além, do ano 2000? (...) A primeira categoria inclui as necessidades físicas que sustentam a atividade fisiológica e industrial; a segunda, as necessidades sociais, essenciais mesmo que os sistemas físicos da Terra suportem uma população maior e mais desenvolvida." (Meadows, 1972, p. 45)
<u>Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – Estocolmo</u> <i>26 princípios para um futuro eco desenvolvimento – abaixo os que corroboram ao construto do (re)pensar por uma ruptura antropocênica</i>	
1972	Princípio 2: Os recursos naturais da Terra, incluindo o ar, a água, a terra, a flora e a fauna, (...) devem ser preservados em benefício das gerações presentes e futuras por meio de planejamento ou gestão cuidadosa, conforme apropriado. Princípio 3: A capacidade da Terra de produzir recursos renováveis vitais deve ser mantida e, sempre que possível, restaurada ou aprimorada. Princípio 24: Questões internacionais relativas à proteção e à melhoria do meio ambiente devem ser tratadas em um espírito de cooperação por todos os países, grandes e pequenos, em condições de igualdade. (UN, 1972, p. 04-05)
<u>Relatório Brundtland, intitulado "Nosso Futuro Comum"</u> <i>Item 3-desenvolvimento sustentável</i>	
1987	27. A humanidade tem a capacidade de tornar o desenvolvimento sustentável — Desenvolvimento sustentável busca atender às necessidades do presente sem comprometer as futuras gerações. Implica limites impostos pela tecnologia, organização social e capacidade da biosfera, mas estes podem ser aprimorados para permitir uma nova era de crescimento econômico. A Comissão afirma que a pobreza não é inevitável; seu combate é essencial para atender às necessidades básicas e ampliar oportunidades. Onde a pobreza é endêmica, o risco de catástrofes é constante. (UN, 1987, p. 24-25)
<u>Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED)</u> <u>"Cúpula da Terra" (1992)</u> <i>compromisso(s) & Agenda 21</i>	
1992	ARTIGO 4 Todas as Partes, levando em consideração suas responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e suas prioridades, (...) devem: (...) (f) Levar em consideração as questões relativas à mudança climática, na medida do possível, em suas políticas e ações sociais, econômicas e ambientais relevantes, e empregar métodos apropriados, como avaliações de impacto, formuladas e determinadas nacionalmente, com o objetivo de minimizar os efeitos adversos sobre a economia, a saúde pública e a qualidade do meio ambiente decorrentes de projetos ou medidas adotadas. (UN, 1992, p. 10-11) **Convenção sobre Biodiversidade.
1995	Conferência Das Partes - Observadas nos quadros 11 a 13;
<u>Pacto Global da ONU, objetivos de desenvolvimento mundial do milênio - ODMs até 2015</u>	
2000	Garantir a sustentabilidade ambiental exige integrar princípios de desenvolvimento sustentável nas políticas nacionais, reduzir a perda de biodiversidade e pela metade a proporção de pessoas sem acesso à água potável e saneamento básico. Não devemos poupar esforços para libertar a humanidade da ameaça de viver em um planeta irremediavelmente prejudicado por atividades humanas. Adotar uma nova ética de conservação e responsabilidade inclui intensificar a cooperação para mitigar desastres naturais e causados pelo homem. (UN, 2000, p. 06)
<u>Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável</u>	
2012 Rio+20	III. Economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza. A economia verde é considerada uma ferramenta importante para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza, oferecendo opções de políticas sem constituir um conjunto rígido de regras. (UN, 2012, p. 10) V. Estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

A importância de fortalecer uma estrutura institucional que responda de forma eficaz aos desafios do desenvolvimento sustentável, preenchendo lacunas na implementação da agenda, é destacada. (UN, 2012, p. 14)

Cúpula das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável

2015

1. Objetivo de Limitação do Aumento da Temperatura; 2. Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs); 3. Transparência e Prestação de Contas; 4. Financiamento Climático; 5. Apoio à Adaptação; 6. Mecanismo de Perdas e Danos; 7. Revisão Global (UN, 2015)

* Ladeando à conferência a emblemática COP 21

Fonte: (i) UNFCCC – “Documents”: <https://unfccc.int/documents>; (ii) adaptado pelo autor.

Revisitar a intuição de Dante exposta por Reale (2002), para contemplar o mosaico de diretrizes social-legal-ambiental levanta uma inquietude: se as diretrizes fossem “respeitadas”, haveria necessidade de uma disruptura antropocênica? Talvez o sistema-Terra não estivesse imerso no Carbonoceno e “outros cenos”. Como pondera Ha-Joon Chang, não há uma vertente científico-política para equilibrar mercado e meio ambiente: “O argumento da falha de governo afirma que a economia (...) deve prevalecer sobre a política – e na verdade sobre outros domínios da vida (...). Mas ele é um argumento com falhas importantes.” (Chang, 2015, p. 313). Essa lógica sugere a supremacia do mercado, do capital, do capitaloceno. A DUDH (ONU, 1948), ao consagrar vida e saúde como direitos, posteriormente integrou o ambiente saudável à esfera dos direitos humanos, reafirmando a interdependência entre justiça social e sustentabilidade.

Vinte e quatro anos após o DUDH (1948), sob a iniciativa do Clube de Roma (1968), *Os Limites do Crescimento* (Meadows, 1972) alertou sobre a finitude dos recursos naturais e a necessidade de reavaliar o modelo de consumo, e Furtado (1974) diante reflexões sobre o *Mito do Desenvolvimento* que reverberaram na busca de se “(...) modificar a fundo o enfoque: a partir de objetivos sociais, restringindo o econômico a seu papel de elemento instrumental” (Furtado, 1997, p. 227). Em contrapartida, Boulding ([1966]1968) delineava parâmetros de uma economia cíclica – sistema fechado – e, Stahel e Reday (1976) prospectava ideais sobre *loop economy*, exploradas no item 4.2.2.

Em 1972, a Conferência de Estocolmo inaugurou o diálogo global sobre meio ambiente, destacando princípios como responsabilidade dos Estados (princípio 02) e cooperação internacional (princípio 24). Quinze anos depois, o Relatório de Brundtland (1987) introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável, ampliado na Cúpula da Terra (1992) com a Agenda 21 – que propôs um plano de ação global para promover o equilíbrio entre desenvolvimento econômico, justiça social e proteção ambiental, com foco na gestão sustentável em escala local, nacional e internacional –, e convenções sobre biodiversidade e mudança climática.

No início de 2000, a ONU lançou o Pacto Global, incentivando práticas empresariais sustentáveis, e os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs), com metas ambientais

até 2015. Em 2012, a Rio+20 reafirmou esses compromissos, impulsionando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que, em 2015 expandiram o escopo para incluir ações climáticas e preservação de ecossistemas.

Relacionar a percepção de Meadows (1972) e Furtado (1974; 1997) à contextualização do AWG sobre o *tempo* geológico é pertinente, pois Waters (*et al.*, 2014; 2015; 2016), Zalasiewicz (*et al.*, 2015; 2017a; 2017b; 2019), Summerhayes (*et al.*, 2018), Syvitski (*et al.*, 2020), Bauer (*et al.*, 2021), Gibbard (*et al.*, 2022a; 2022b) e Head (*et al.*, 2023) reconheceram os impactos da relação Homem-Ecosfera sobre o sistema-Terra – incorporando os “*limites*” e “*mitos*” do crescimento como elementos centrais de suas reflexões. É factível considerar a existência de avanços, no entanto os resultados, observados transversalmente, evidenciam que o sistema segue tensionado entre progresso e colapso, onde mitos de crescimento infinito continuam a sombrear a relação Homem-Ecosfera, e limites continuam desafiados pela lógica sistêmica-antropocênica.

Conceber a existência de uma revolução ecojurídica sem precedentes, na qual o Direito sistêmico busca harmonizar natureza e comunidades glocalizadas, buscando ajustes diante (in)certezas, transcende o *tempo*; nesse caminho, revisitar a intuição de Dante (*apud* Reale, 2002), ao definir o direito como uma proporção “real e pessoal”, reforça que a ruptura de diretrizes normativas nutre a sociedade de risco (Beck, 1995). Sob a visão de Capra e Mattei (2018), tal revolução conecta o “*kósmos* à máquina”, os “*commons* ao capital” e a “máquina à rede”, evidenciando a interdependência socioeconômica, política e ambiental do relatório de Meadows (1972).

A antiga visão holística do mundo como um *kósmos* [sic], da Terra como um gênero presente de Deus à humanidade como um todo, e de abundância de riquezas coletivamente acessíveis a todos, foi substituída por uma ênfase humanista no indivíduo e na razão humana, o que resultou numa concepção jurídica mecanicista conhecida como direito natural racionalista. (Capra; Mattei, 2018, p. 81-82).

Abordar a *Revolução Ecojurídica*, de Capra e Mattei, exige compreender a transição do “*kósmos*” holístico para a máquina linear e suas implicações na relação Homem-Ecosfera. Desde a iniciativa do Clube de Roma (1968) e o Relatório de Meadows (1972), questiona-se sobre o mito do progresso infinito e a capacidade dos recursos naturais de sustentarem a exploração econômica global. Esse deslocamento insere o sistema-Terra em uma lógica mecanicista, onde *footprints* refletem a subordinação da natureza ao capital.

Capra e Mattei (2018) descrevem essa revolução como a passagem de um mundo visto como bem comum divino para uma perspectiva instrumental do capitalismo moderno e do

Carbonoceno. Esse paradigma, alinhado à Conferência de Estocolmo (1972) e ao Relatório de Brundtland (1987), alicerça a ideia de sustentabilidade sob a ótica estéril do desenvolvimento econômico. Contudo, como alerta McBrien (2022, p. 189): “O capital é a Sexta Extinção personificada: alimenta-se da morte e devora toda a vida (...) buscando a obsolescência programada de toda a vida.”

Na Cúpula da Terra (1992), apesar dos compromissos firmados com ideais sustentabilistas, o modelo jurídico permaneceu mecanicista, incapaz de integrar a interdependência entre sistemas naturais e humanos, perpetuando a desigualdade (*fig. 12*) e a degradação ambiental, como apontam Capra e Mattei (2018) e McBrien (2022). Latour (2019, p. 290), em *Políticas da Natureza*, reforça essa limitação ao destacar que o coletivo avança às cegas, lidando com novas entidades cuja integração ao mundo segue incerta.

Nos anos 2000, os “Objetivos do Milênio” (ONU, 2000) buscaram um desenvolvimento mais equitativo, mas sem romper a lógica linear do sistema econômico. Em 2015, os objetivos de desenvolvimento sustentável e o *Green New Deal* tentaram integrar sistemas sociais, econômicos e naturais, mas acabaram consolidando, nos bastidores do (eco)idealismo, o *green capitalism* como adaptação do capitalismo carbonizado em crise, substituindo o pós-fordismo-neoliberal (Brand; Lang, 2021).

Como dito, este capítulo é antropocênico; nele, o tempo geológico, social-legal-ambiental e as inquietações orbitam a Economia Circular e Sustentabilidade, herdeiras de uma “(...) *ecologia-mundo capitalista*: uma civilização que une a acumulação do capital, a busca pelo poder e a produção de natureza como um todo orgânico (...) e incontáveis outras relações estratégicas - não agem *sobre* a natureza, mas se desenvolvem *através* da teia da vida.” (Moore, 2022, p. 157-158).

A partir desse período, a comunidade internacional passou a estruturar os desafios impostos pelo Antropoceno. As edições das Conferências das Partes (COPs) tornaram-se, em tese, centrais na formulação de compromissos e diretrizes sustentabilistas, contudo, Latour (2019, p. 305) alerta: “Ao monstro do multiculturalismo se acrescenta o espectro hediondo do multinaturalismo. A guerra das ciências se tornou a guerra dos mundos. Abandonando o mononaturalismo, a ecologia política não promete paz.” A seguir (quadros 12 a 14), apresenta-se uma breve linha do tempo (carbonizada), com decisões informadas no âmbito da Conferência das Partes:

Quadro 12 - Conferência das Partes: 1995-2004

BERLIM, 1995 Em 1995, na COP-1 (Berlim), adotou-se o Mandato de Berlim, que propôs metas vinculativas de emissões após dois anos de negociações. Criou-se o AGBM para auxiliar, mas países em desenvolvimento criticaram a falta de ação imediata.	GENEVA, 1996 Em 1996, na COP-2 (Genebra), endossaram-se as políticas do IPCC, reforçando sua autoridade. A Declaração Ministerial de Genebra pediu celeridade em um protocolo vinculativo, mas não foi formalmente adotada.	QUIOTO, 1997 Em 1997, a COP-3 resultou no Protocolo de Kyoto, com metas vinculativas de emissão para países do Anexo I, cobrindo seis GEEs. Mecanismos de flexibilidade: Implementação Conjunta (JI) para projetos de redução, e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para investimentos verdes (Art. 12). * LULUF: formalmente introduzido nas negociações.	BUENOS AIRES, 1998 Na COP-4, o Plano de Ação de Buenos Aires promoveu cooperação e transferência de tecnologia para países em desenvolvimento. Na COP-5, definiu-se o prazo para concluir o Protocolo de Kyoto e acordou-se revisar as finanças da COP a cada quatro anos.	BONA, 1999 Na COP-5, delegados receberam mandato para negociar detalhes do Protocolo de Kyoto, impulsionando ideias existentes. Indiretamente, o Protocolo de Montreal (1987) que tutela a camada de ozônio contra CFC's influenciou as negociações, sendo um precedente na governança ambiental global.
23,53 GtCO ₂ e	24,26 GtCO ₂ e	24,40 GtCO ₂ e	24,30 GtCO ₂ e	24,85 GtCO ₂ e
25,51 GtCO ₂ e	25,71 GtCO ₂ e	26,28 GtCO ₂ e	27,67 GtCO ₂ e	28,63 GtCO ₂ e
HAIA, 2000 A COP-6, considerada um "momento decisivo", enfrentou divergências sobre os Mecanismos de Flexibilidade, incluindo energia nuclear e reflorestamento. Após o fracasso em Haia, oito meses depois, decidiu-se ampliar os mecanismos e não impor limites às reduções. * Adoção do Protocolo de Cartagena.	MARRAKESH, 2001 Em 2001, na COP-7 em Marrakesh, foram adotados os Acordos de Marrakesh, detalhando as regras do Protocolo de Kyoto. Também foi criado o Fundo Especial para Mudanças Climáticas (SCCF), destinado a financiar adaptação e transferência de tecnologia. * Detalhamento da LULUF para sumidouros de CO ₂	NOVA DELI, 2002 Na COP-8 (2002), a Declaração Ministerial de Déli pediu a transferência de tecnologia para países em desenvolvimento. A hesitação da Rússia atrasou a ratificação do Protocolo de Kyoto, que só ocorreu em 2004, após atingir o critério de 55% das emissões de 1990. * Protocolo de Nagoya: Tratado complementar voltado à biodiversidade e acesso a recursos genéticos.	MILÃO, 2003 Na COP-9, adotaram-se novas diretrizes de relatórios de emissões com base no IPCC, enquanto o Fundo Especial para Mudanças Climáticas (SCCF) e o Fundo para Países Menos Desenvolvidos (LDCF) foram aprimorados. * Regulamentação da LULUF e dos sumidouros naturais de CO ₂ * Vigência do Protocolo de Cartagena.	BUENOS AIRES, 2004 Em 2004, na COP-10, Plano de Ação de Buenos Aires para adaptação dos países em desenvolvimento. Rússia e Canadá ratificaram o Protocolo de Kyoto, e iniciaram-se debates sobre mecanismos pós- Quioto e reduções de emissões após 2012. * Marco na consolidação do Protocolo de Quioto e adaptação às mudanças climáticas.

Fonte: (i) UNFCC – “Documents”: <https://unfccc.int/documents>; (ii) OWID (2024); adaptado pelo autor.

A trajetória das COPs entre Berlim (1995) e Buenos Aires (2004) estabeleceu os alicerces do regime climático global. Berlim (1995) inaugurou a busca por metas vinculativas, reforçadas em Genebra (1996) com a consolidação da autoridade científica do IPCC. Quioto (1997), formalizou o Protocolo de Kyoto, introduzindo metas vinculativas e mecanismos de flexibilidade (MDL) e a implementação do LULUF. Buenos Aires (1998), incentivou a cooperação e transferência de tecnologia, enquanto Bona (1999) detalhou a operacionalização do Protocolo de Kyoto, enfrentando desafios e limitações para consolidar compromissos mais ambiciosos.

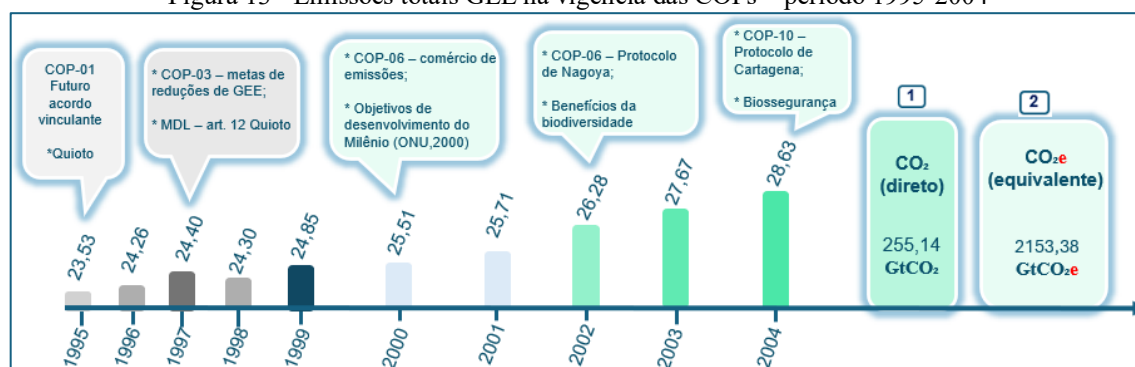
Haia (2000), considerada um “momento decisivo”, fracassou nas negociações sobre mecanismos de flexibilidade. Marrakesh (2001) formalizou as regras do Protocolo de Kyoto, enquanto Nova Déli (2002) trouxe a adaptação climática para o centro do debate e vinculou o Protocolo de Cartagena que trouxe à tona – biossegurança, precaução, responsabilidade, comércio, meio ambiente – como eixos orbitando as idealizações do nascente regime climático. Milão (2003), regulamentou o uso de sumidouros naturais no LULUF (quadro 27), e Buenos Aires (2004) avançou no financiamento climático, consolidando uma agenda de adaptação.

Esses marcos refletem os primeiros passos rumo ao consenso global para enfrentar mudanças climáticas, embora persistam tensões político-econômicas. Mas seriam, de fato, esforços efetivos para harmonizar o sistema-Terra em um contexto pós-abissalista, ou apenas estratégias paliativas dentro da lógica do Capitaloceno? Ao longo das conferências, consolidou-se a necessidade de adaptações reais para populações vulneráveis, especialmente nos países em

desenvolvimento. No entanto, as tensões entre Norte e Sul global e a “monocultura dos critérios de produtividade capitalista” (Santos *et al.*, 2016) evidenciam um abissalismo silencioso.

Paradoxalmente, enquanto as COPs fomentavam (eco)discursos, conceitos como transição civilizatória (Escobar, 2021), biocivilização (Grzybowski, 2021), neoextrativismo (Hargreaves, 2021), decrescimento (Demaria; Latouche, 2021), e pós-economia (Acosta, 2021), cotejados no capítulo 5, nutriam o (re)pensar entre Ecologia e Economia. Com observa a “intuição” de Dante (*apud* Reale, 2002) o direito deveria ser uma proporção que sustenta a sociedade; contudo, o sistema econômico se mantém estruturado sobre padrões históricos de exploração, refletido nas emissões totais de GEE (GtCO₂e). O arquétipo multimilenar sombreia os compromissos nas COPs, revelando a contradição entre discursos sustentabilistas e práticas econômicas no Antropoceno, Carbonoceno e “outros cenos”:

Figura 13 - Emissões totais GEE na vigência das COPs – período 1995-2004



Fonte: OWID (2024). (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022). UNFCCC “COP documents”; (3) Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo Python (Mehta; Yadav, 2021).

A apropriação social de saberes, impulsionado pelos estudos CTS(A), ampliou a difusão da ciência climática, mobilizando a sociedade e influenciando políticas públicas. Como observa Haraway (2022, p. 89), “a modelagem da mudança climática (...) provoca mudança de estado em sistemas de discursos políticos ecológicos”. Talvez de 1995 a 2005, a “recenticidade” da temática não impediu a escalada das emissões GEE, revelando um paradoxo. Ainda assim, novas interlocuções dos Estados-membro emergiram.

Como observado, no quadro a seguir a trajetória das COPs entre Montreal (2005) e Lima (2014) reflete avanços na busca por um consenso global sobre mudanças climáticas ainda que sob a lógica do Capitaloceno (Moore, 2022), no qual a crise climática se entrelaça à exploração capitalista dos recursos naturais. Em Montreal, o Protocolo de Quioto consolidou os mercados de carbono, inaugurando a financeirização da crise ambiental. Nairóbi (2006) e Poznan (2008), com a expansão do REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal +) – reafirmaram o Plantatioceno (Haraway, 2015), onde florestas e terras agrícolas são

manejados como ativos econômicos, perpetuando traços coloniais e extrativistas. Já Copenhague (2009) e Cancún (2010) consolidaram a narrativa do Carbonoceno (McBrien, 2022), ao estabelecer limites para o aquecimento global de 2°C e criar o Fundo Verde para a crise climática, tratando o carbono como moeda regulatória.

Quadro 13 - Conferência das Partes 2005-2014

MONTREAL, 2005 Em 2005, a COP-11 marcou a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto (CMP1), com a confirmação dos mecanismos JI e MDL e a obtenção das assinaturas necessárias. Primeira Reunião das Partes (MOP); e, Grupo de trabalho para discutir compromissos pós-2012. * REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) começa a ganhar destaque nas discussões 29,61 GtCO₂e	NAIROBI, 2006 Na COP-12 (Nairobi, 2006), discutiu-se a ampliação do acesso ao MDL e o avanço das políticas climáticas pós-2012. Contudo, as preocupações econômicas e de competitividade limitaram o foco na redução de emissões, gerando críticas. 30,63 GtCO₂e	BALI, 2007 Em 2007, a COP-13 (Bali) lançou o Roteiro de Bali, iniciando negociações para acordo climático pós-2012, com expectativa de conclusão na COP-15. Adotou-se o Fundo de Adaptação para apoiar países vulneráveis e um sistema de pagamentos para países em desenvolvimento que conservassem florestas, fortalecendo o REDD+. 31,53 GtCO₂e	POZANI, 2008 Na COP-14, as negociações sobre o sucessor do Protocolo de Kyoto continuaram. Delegados definiram princípios para o financiamento do Fundo de Adaptação e incluíram a proteção florestal como parte do fundo. 32,07 GtCO₂e	COPENHAGE, 2009 A COP-15 encerrou o Roteiro de Bali com o Acordo de Copenhague, que reconheceu a mudança climática como um grande desafio e estabeleceu o limite de 2°C para o aquecimento global. Embora não juridicamente vinculativo, 114 países apoiaram o acordo, destacando a necessidade de um sucessor para o Protocolo de Kyoto. * Fracasso para compromissos voluntários de emissão. 32,54 GtCO₂e
33,36 GtCO ₂ e	34,50 GtCO ₂ e	35,00 GtCO ₂ e	35,30 GtCO ₂ e	35,45 GtCO ₂ e
CANCÚN, 2010 Na COP-16, destacou-se a água, com foco em escassez e sustentabilidade no mundo em desenvolvimento. Foi criado o Fundo Verde para o Clima (GCF), com meta de US\$ 100 bilhões anuais para apoiar países pobres, embora sem definição de fontes de financiamento. Além disso, 76 países assumiram compromissos de controle de emissões; e, REDD+	DURBAN, 2011 Na COP-17 (Durban), foi acordada a Plataforma de Durban para Ação Reforçada, prevendo um acordo vinculativo para todos os países até 2015, com entrada em vigor até 2020, incluindo nações em desenvolvimento e os EUA. Avanços no desenvolvimento do Fundo Verde para o Clima (GCF), mas críticas apontaram que as negociações não evitaram o cenário de 4°C de aquecimento.	DOHA, 2012 Na COP-18 (Doha), foi criado o Doha Climate Gateway, propondo um segundo período de compromisso do Protocolo de Kyoto (2012-2020), que não entrou em vigor por falta de assinaturas suficientes. Apenas em 2019, 124 países aceitaram as emendas de Doha. Houve pouco avanço no financiamento do Fundo Verde para o Clima (GCF). * Detalhamento da LULUF para sumidouros de CO₂	VARSÓVIA, 2013 Na COP-19 a UNFCCC criou um mecanismo para Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas (INDCs) a serem submetidas antes da COP-21. * Proposta do Mecanismo de Varsóvia para perdas e danos dos países em desenvolvimento associados às mudanças climáticas. Apesar dos avanços, a conferência enfrentou críticas.	LIMA, 2014 Na COP-20, anunciou-se que as promessas superaram a meta de US\$ 10 bilhões para o Fundo Verde para o Clima. A Declaração Ministerial de Lima destacou a inclusão formal das mudanças climáticas nos currículos escolares pela primeira vez. * Reforço do REDD+ e LULUF para contabilizar emissões e remoções de CO₂

Fonte: (i) UNFCCC – “Documents”: <https://unfccc.int/documents>; (ii) OWID (2024); adaptado pelo autor.

É factível ponderar, neste ponto, que os diálogos transnacionais revelam não apenas avanços técnicos, mas a persistência de estruturas de poder que perpetuam desigualdades e moldam o futuro climático sob paradigmas de exploração econômica e disputas políticas antropocênicas; em contrapartida, desde 1992 a UNFCCC reconhecia que,

“(…) a natureza global da mudança do clima requer a maior cooperação possível de todos os países e sua participação em uma resposta internacional efetiva e apropriada, conforme suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas e respectivas capacidades e condições sociais e econômicas, (...)” (UNFCCC, 1992, p. 3)

O princípio da responsabilidade comum, mas diferenciada (RCMD) tornou-se peça central – e campo de disputa – na governança climática internacional. Mas será que, embora se exija cooperação global, essas responsabilidades deveriam variar conforme as contribuições históricas (quadro 25)? Em tese, caberia aos países desenvolvidos liderarem a mitigação e financiar adaptações em conjunto com os países em desenvolvimento. RCMD oscila entre idealismo e pragmatismo: representa justiça climática ou apenas retórica diplomática? Disparidades são abordadas (item 4.6), no exame semiótico de (eco)diretrizes.

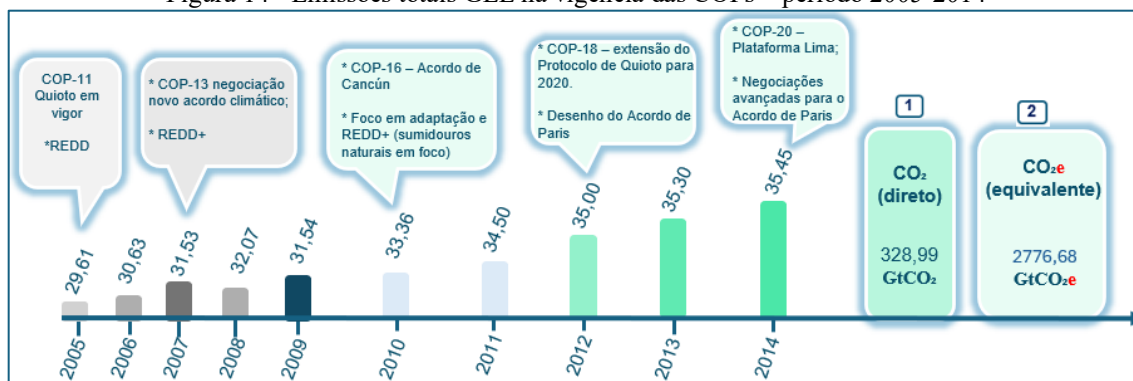
No Capitaloceno, em paralelo com o Antropoceno, o capital subjuga a preservação ambiental. Tuvalu, sob a ótica da circularidade econômica, é símbolo dos impactos climáticos sobre nações vulneráveis, ameaçadas pelo aumento do nível do mar. Nesse contexto, seria Tuvalu um mero expediente nas disputas entre Estados-nações ou a materialização do abissalismo entre Norte e Sul global, criticado por Vandana Shiva?

Antecipando a discussão (*cap.* 4), o capital real (Shiva, 2021) distingue-se do capital natural (Daly, 1999) e do capitalismo natural (Hawken, 2007), refletindo epistemes antropocênicas que sustentam a circularidade econômica. As respostas à crise climática orbitam os “cenos”, exigindo soluções integrativas e inclusivas. No entanto, (re)visitar a intuição de Dante (*apud* Reale, 2002) parece sensato, pois “se o direito é uma proporção real (...)”, este, se alinha à percepção de Latour (2019, p. 305) em que “Abandonando o monoculturalismo, a ecologia política não merece paz”. A reflexão converge da crítica do monoculturalismo (Santos *et al.*, 2016), reforçando as tensões entre modelos socioeconômicos e governança ambiental.

O que o paradigma do crescimento econômico não leva em consideração é a destruição da vida na natureza e na sociedade. Tanto a ecologia como a economia derivam da palavra grega *oikos*, que significa “casa”, e ambas as palavras pressupõem uma forma de gestão doméstica. Quando a economia trabalha contra a ciência da ecologia, o resultado é a má administração da Terra, nosso lar. As crises climáticas, hídrica, alimentar ou da biodiversidade são diferentes sintomas da má gestão da Terra e de seus recursos. As pessoas administram mal a Terra e destroem seus processos ecológicos ao não reconhecerem a natureza como “capital real” e “fonte” de todo o resto que dela deriva.” (Shiva, 2021, p. 72).

Apesar do convencionalismo da comunidade internacional em tratados, acordos, cartas etc. que fomentam uma (eco)consciência sustentabilista transnacional, as emissões totais de GGE seguem uma trajetória paradoxal – ou dicotômica – ao discurso exposto. Abaixo, a relação entre as COPs e a escalada das emissões globais:

Figura 14 - Emissões totais GEE na vigência das COPs – período 2005-2014



Fonte: OWID (2024). (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022). UNFCCC “COP documents”; (3) Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo Python (Mehta; Yadav, 2021).

Mesmo com o avanço dos saberes e ideais sustentabilistas, as emissões de GEE seguem escalada “vertiginosa”, superando períodos históricos anteriores. Essa contradição entre o discurso internacional e a realidade de emissões expõe a complexidade multifacetada (antropocênica) do cenário atual. Em tempo, o último período em cotejo: 2015-2025

Quadro 14 - Conferência das Partes 2015-2024, e 2025

PARIS, 2015 COP-21: anúncio do Acordo de Paris como sucessor do Protocolo de Kyoto, com 195 signatários; Governança climática global a partir de 2020, buscando limitar o aquecimento global abaixo de 2°C. Grupo de Trabalho Ad Hoc para facilitar sua implementação. Falta de compromissos vinculativos, mas NDCs tornaram-se centrais, responsabilizando as nações por emissões e exigindo transparência no cumprimento de metas. * UNFCCC (2015), Agenda 2030, ODS * Livro de Regras de Paris	MARRAKECH, 2016 COP-22: plano de trabalho de cinco anos para abordar impactos não econômicos das mudanças climáticas. Foco na implementação das NDCs e estabelecimento da <i>Climate and Development Knowledge Network</i> (CDKN) para apoiar países menos desenvolvidos. Debates sobre a inclusão do Fundo de Adaptação no Acordo de Paris para manter sua relevância política.	BONN, 2017 COP-23: a primeira após o anúncio da saída dos EUA do Acordo de Paris, foi lançada a <i>Powering Past Coal Alliance</i>, promovendo a eliminação gradual do carvão até 2030, embora sem compromissos específicos de prazo.	KATOWICE, 2018 COP-24: houve progresso na negociação do conjunto de regras do Acordo de Paris; *Divergências sobre os mecanismos de mercado voluntário adiaram discussões para a COP-25, programada para 2019 no Chile. * Livro de Regras de Marrakech	MADRI, 2019 COP-25: transferida para Madri - chamada de “COP de Ambição”, buscou concluir o livro de regras do Acordo de Paris e definir os mercados de carbono antes de sua entrada em vigor em 2020. *As partes não alcançaram consenso, e as negociações foram adiadas para junho de 2020 - a pandemia de COVID-19 atrasou ainda mais as discussões.
35,40 GtCO ₂ e	35,43 GtCO ₂ e	35,99 GtCO ₂ e	36,73 GtCO ₂ e	37,10 GtCO ₂ e
36,99 GtCO ₂ e				
GLASGOW, 2021 COP-26: reforça a meta de limitar o aquecimento a 1,5°C com o Pacto Climático de Glasgow; * Menções à redução do carvão e subsídios fósseis. Concluíram-se as regras para mercados de carbono (Artigo 6); * Promessas de aumento no financiamento climático. * Países comprometeram-se a acabar com o desmatamento até 2030, e novas metas de redução de emissões foram anunciadas. * Apesar dos avanços, faltaram ações mais concretas para atingir as metas globais. * Destaque para o início de discussões sobre combustíveis fósseis	SHARM EL-SHEIKH, 2022 COP-27: destacou-se o estabelecimento de um fundo para perdas e danos, beneficiando países vulneráveis aos impactos climáticos. Houve avanços na adaptação, mas pouca progressão na redução de emissões, mantendo a meta de 1,5°C sob risco. * Debates de financiamento climático continuaram, ênfase na responsabilidade de países desenvolvidos. * Ações voltadas para implementação das NDCs foram reforçadas. • A conferência foi criticada pela ausência de compromissos mais ambiciosos para cortar emissões. * Avanços tímidos na discussão sobre Combustíveis fósseis	DUBAI, 2023 COP-28: oficializou o Fundo de Perdas e Danos para apoiar países vulneráveis e acordou triplicar a capacidade global de energias renováveis até 2030. Apesar de avanços, não houve consenso sobre a eliminação dos combustíveis fósseis *Reforçou a necessidade de aumentar o financiamento climático, mas sem metas específicas definidas.	BAKU, 2024 COP-29: Rota de Baku a Belém, visando US\$ 1,3 trilhão anuais até 2035; Art. 6: Mercados de Carbono; Mecanismo de Crédito (6.4) e abordagens não mercadológicas (6.8), com debates técnicos pendentes. *MWP; BTRs; NAPs, e GGA discutidos, refinados e redesenhados; *COP-30 2025 - combustível fóssil	
	37,29 GtCO ₂ e		37,79 GtCO ₂ e	41,6 GtCO ₂ e

Fonte: (i) UNFCC – “Documents”: <https://unfccc.int/documents>; (ii) OWID (2024); adaptado pelo autor.

Entre 2015 e 2024, as COPs reafirmaram, em tese, o compromisso global contra as mudanças climáticas, ancoradas no Acordo de Paris visando conter o aquecimento abaixo de 2°C, preferencialmente a 1,5°C. Mas como? Esse esforço mitiga, de fato, os impactos do Antropoceno, ou é apenas retórica? Seria EC um parâmetro viável para essa transição? Questionamentos explorados e aprofundados nos capítulos 4 e 5; mas, desde logo firma-se que o Relatório de Emissões (UNRIC, 2024) revela cenário oposto.

A trajetória das COPs expõe um conflito persistente entre ambição e pragmatismo, enquanto a humanidade oscila entre desenvolvimento e sustentabilidade. De Paris (2015), com o Acordo de Paris e seu apelo ao multilateralismo, a Baku (2024), com a “Rota de Baku-Belém” voltada ao financiamento climático, observa-se um esforço contínuo, mas desigual, para conter a crise climática.

Em Marrakech (2016) e Bonn (2017), surgiram compromissos voltados a impactos não econômicos e apoio aos países em desenvolvimento, mas insuficientes para superar lacunas estruturais, ou abissais. O pragmatismo cedeu à polarização em Katowice (2018) com divergências (eco)mercadoológicas, enquanto Madri (2019) dispersou-se em metas amplas sem consensos sólidos. Glasgow (2021) reiterou a urgência do limite de 1,5°C, mas os combustíveis

fósseis seguiram intocados, reaparecendo com mais força nas discussões em Sharm El-Sheik (2022) e Dubai (2023).

Além dos avanços técnicos e financeiros, como o Fundo de Perdas e Danos, a COP-29 evidencia o descompasso humano entre ciência e ação, expondo o desafio de transformar promessas em mudanças concretas. Entre progresso e adiamentos, as COPs refletem a (in)capacidade humana de enfrentar a crise climática de forma equitativa e efetiva; talvez diante o receio de imergir na ecologia superforte (Gudynas 2004; 2019), cotejada no item 4.5.1.3; ora, nesse caminho

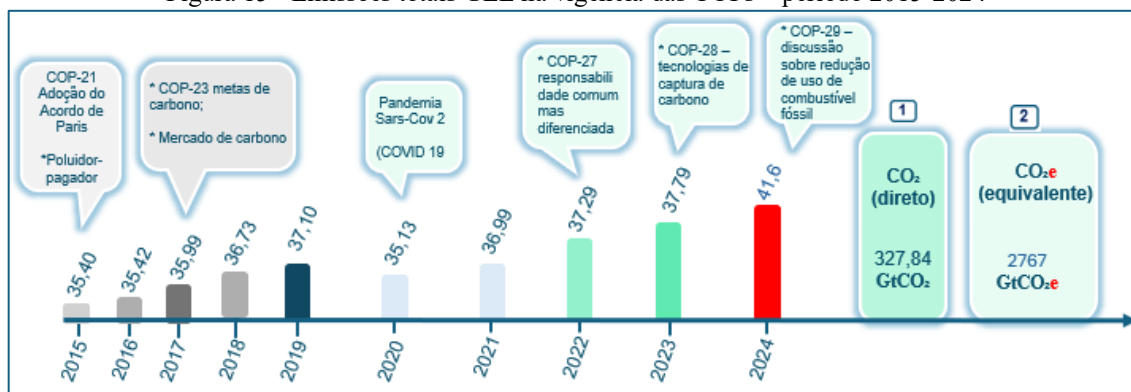
Objetos inanimados, vocês têm então uma alma? Talvez não, mas uma política, sim. Laicizando, desdramatizando, civilizando, desmobilizando as disputas da tradição, substituímos as certezas concernentes à repartição dos seres por três incertezas: uma atacando os embaraços de fala: quem fala? outra, as capacidades de associação: quem age? a terceira, a recalcitrância dos acontecimentos: quem pode? (Latour, 2019, p. 139).

Baku (COP-29, 2024), centrou-se no financiamento climático, transição energética e operacionalização do Fundo de Perdas e Danos, enquanto a revisão dos Planos Nacionais de Adaptação (NAPs) expuseram desafios de implementação. O Objetivo Global de Adaptação (GGA) avançou com indicadores para medir resiliência climática, e o Programa de Trabalho de Mitigação (MWP) buscou alinhar ações de redução de emissões às metas de Paris (2015). Os Relatórios Bienais de Transparência (BTRs) seguem centrais no monitoramento de emissões e compromissos climáticos. Talvez, monitoramento deva ser interpretado tão somente como “contemplação”.

No entanto, a complexidade do Antropoceno paira como pano de fundo. A Economia Circular, em tese, promete soluções, mas esbarra na inércia global e, propostas como a de Sandford (2019) desafiam a linearidade do progresso. Na COP-30 (Belém, 2025), espera-se que a proteção de sumidouros naturais, como a Amazonia, e a justiça climática sejam o centro do debate, para a integração do desenvolvimento sustentável com ações climáticas eficazes. O ciclo de COPs reflete mais que resistência humana – é a luta prometeica por sobrevivência em um planeta finito. Talvez seja factível afirmar que está se utilizando do artifício de uma metáfora forte – uma luta prometeica – contudo, como alerta Boff (2011b, p. 203): “Ou mudamos e nos reinventamos, ou a Mãe Terra, impiedosamente, continuará sem nós.”

Como já afirmado, as emissões totais de GEE seguem em escalada, no período 2015-2024, as projeções demonstram que os ideais sustentabilistas defendidos desde a COP-01 são, em essência, meros símbolos do Capitaloceno.

Figura 15 - Emissões totais GEE na vigência das COPs – período 2015-2024



Fonte: OWID (2024). (1) CO₂ direto refere-se apenas ao dióxido de carbono emitido; (2) CO₂ equivalente inclui outros gases convertidos com base nos Potenciais de Aquecimento Global (GWP) de acordo com o AR6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022). UNFCCC “COP documents”; (3) Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO, e programação de cálculo Python (Mehta; Yadav, 2021).

Em tempo, sob a perspectiva do tempo social-legal-ambiental, observar o comportamento normativo brasileiro, influenciado por nuances globais, é essencial. Essas dinâmicas desdobram-se nas discussões nos capítulos 4 e 5. O quadro a seguir não é exauriente, mas destaca elementos-chave que sustentam ideopolíticas sustentabilistas na trama espaço-temporal brasileira, aprofundada nos itens 4.6 e 5.1:

Quadro 15 - tempo social-legal e social ambiental no Brasil.

1968 - 1980: Primeiros Passos e Estruturação Legal	
Decreto nº 50.079/1968 - Fundação da Superintendência de Saneamento Ambiental (SUSAM); extinta em 1975 pelo Decreto nº 59.925, de 1975, que cria a CETESB	1968
Decreto-Lei nº 1.413/1975 - Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.	1975
1980 - 1990: Consolidação de Instituições e Leis	
Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – Lei nº 6.938/1981 institui o CONAMA	1981
Criação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).	1984
A Constituição Federal de 1988 – “Greening” constitucional – art. 225.	1988
1990 - 2000: Sustentabilidade e Novos Marcos Legais	
Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei nº 9.433/93	1997
2000 - 2010: Foco na Biodiversidade e Proteção Florestal	
Decreto nº 4.339/2002 - Política Nacional da Biodiversidade (PNB)	2002
Lei nº 11.284/2006 - Lei de Gestão de Florestas Públicas.	2006
Lei nº 12.187/2009 - Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)	2009
2010 - 2024: Aperfeiçoamento da Legislação e Metas Climáticas	
Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).	2010
Lei nº 13.576/2017 – Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio).institui créditos de descarbonização.	2017
Decreto nº 9.810/2019 – atualizado pelo Decreto 11.962/2024 - instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR).	2019

Projeto de Lei – PL nº 1874 de 2022. Inconcluso. Em tramitação, na SF-SEXPE - Secretaria de Expediente, na Mesa Diretora da Câmara dos Deputados desde 21/03/2024. Busca instituir a Política Nacional de Economia Circular (PNEC)	2022
Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular - ENEC.	2024
Resolução CNPE Nº 08/2024 - Estabelece diretrizes para promoção da descarbonização - Política Nacional de Transição Energética (PNTE)	2024
Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024 – regulamenta o mercado de créditos de carbono no Brasil	2024

Fonte: Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos. Centro de Estudos Jurídicos, Casa Civil da Presidência da República, <https://www4.planalto.gov.br/centrodeestudos/>. Adaptado pelo autor.

O mosaico normativo acima incorpora uma “matrioska” espaço-temporal de (eco)diretrizes brasileiras com o objetivo de alocar as diretrizes no *tempo* antropocênico; contudo, as normas aqui expostas serão cotejadas (item 4.5.1.3) à luz da semiótica (Fontanilli, 2016; Bittar, 2024). Para além da esterilidade de regramentos tecnicistas das ciências sociais aplicadas, sob a ótica do *design* regenerativo e em detrimento à “ecologia oca” segundo Sòlon (*apud* Naess (1973)), as legislações serão inseridas na discussão sobre Economia Circular, suas promessas e limitações.

Entre 1968 e 1980, o Brasil avançou na formulação de diretrizes ambientais, mas sua efetividade foi limitada por um modelo econômico que priorizava o crescimento acelerado em detrimento da proteção ambiental. O direito ao meio ambiente equilibrado não era expressamente reconhecido como fundamental nas Constituições de 1967 e 1969, o que só ocorreu na Constituição de 1988. Esse paradoxo reflete a tensão entre progresso e sustentabilidade, uma vez que a linearidade econômico-comportamental ainda pregava o desenvolvimento a qualquer custo.

Contudo, já em 1966, discutiam-se ideais de economia cíclica (Boulding, (1966]1968), limites e mitos do crescimento (Meadows, 1972; Furtado, 1974). Entre 1968 e 1980, as emissões globais atingiram 732,5 GtCO₂e (Atlas Global de Emissões; OWID, 2024).

Dados sobre emissões brasileiras não são específicos, pois o primeiro inventário de GEE do Brasil foi elaborado com base no ano de 1994, conforme compromissos assumidos pelo país junto à Convenção Quadro da ONU sobre Mudança Climática (UNFCCC); contudo, a principal fonte de CO₂ foi o setor de Mudança no Uso da Terra e Florestas, com uma participação de cerca de 75% das emissões e o setor energético com emissões em torno de 23% do total (BRASIL, MMA, 2021)

Entre 1980 e 1990, o Brasil avançou na institucionalização da proteção ambiental. A Lei nº 6.938/1981 criou a PNMA e o CONAMA, enquanto, o IBAMA(1984) centralizou a fiscalização. Esse período marcou a ascensão de ideopolíticas e culminou na CF/88, que

consagrou o meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225); o esverdeamento está em curso, e o *greening* constitucional e seu conceito será observado no item 4.5.1.3.

O esverdeamento normativo no Brasil reflete a integração de princípios ambientais aos direitos fundamentais; nesse caminho, Mazzuoli e Teixeira (2014) destacam sua conexão com a Convenção Americana de Direitos Humanos (CIDH), enquanto Loureiro (2020) enfatiza seu fortalecimento por meio da jurisprudência interamericana. Em tempo, Bossi (2020) analisa o controle de convencionalidade como mecanismo para interpretar tratados sob uma ótica ambiental; além disso, a economia de ciclo fechado (Boulding, *op. cit.*) e a economia de *loop* e *performance* (Stahel, 1976; 1981) ampliam a reflexão sobre desenvolvimento sustentável. Fato é que, no período 1980-1990 emissões globais de GEE somavam 732,5 GtCO₂e (Atlas Global de Emissões; OWID, 2024), sem dados nacionais específicos.

Entre 1990 e 2000, a sustentabilidade consolidou-se como eixo central das políticas ambientais no Brasil. A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, Lei nº 9.433/1997), estabeleceu bacias hidrográficas como unidades de gestão integrada, sendo certo afirmar que as políticas ambientais seguiram influenciadas por eventos globais, como as COPs e atos internacionais da UNFCCC (quadro 11). Nos anos seguintes, a PNMC (2009) e a PNRS (2010) consolidaram diretrizes climáticas e insinuaram um diálogo com a Economia Circular. No entanto, o único instrumento verdadeiramente circular em políticas ambientais brasileiras seguia restrito ao art. 3º da PNRS, que trata de logística reversa.

Ainda nesse período, o debate sobre economia cíclica expandiu-se globalmente. Além dos ideais de economia de sistema fechado (Boulding, *op. cit.*) e economia em *loop* e *performance* (Stahel, *op. cit.*), David Pearce e Kerry R. Turner em *Economics of Natural Resources and the Environment* (1989) estruturaram uma visão sistêmica que associou instrumentos econômicos e ambiente (quadro 22). Esse pensamento integrou a valoração ambiental ao “*mainstream*” econômico, ou seja, a corrente principal do pensamento econômico, influenciando abordagens regulatórias e políticas públicas.

Fato é que, especificamente no período 1990-2000, emissões totais de GEE no sistema-Terra atingiram 2000 GtCO₂e segundo o *Atlas Global de Emissões* e o OWID (2024). No Brasil, as emissões totais no período (1990-2000) foram de aproximadamente 19,58 GtCO₂e (BRASIL, MCTI, 2014)

Em 2024, entraram em vigor no Brasil a Política Nacional de Transição Energética (Resolução CNPE, 08/2024) e a Lei nº 15.042/2024, que regulamenta o sistema brasileiro de comércio de emissões. Além disso, foi instituída a Estratégia Nacional de Economia Circular

(ENEC, Decreto nº 12.082/2024). No entanto, a única proposta legislativa específica sobre circularidade econômica segue como Projeto de Lei (PL) 1874/2022, ainda em tramitação. Atualmente, após revisão no Senado Federal brasileiro, o projeto foi remetido à Secretaria de Expediente da Câmara dos Deputados (SF-SEXPE), conforme Ofício SF nº 89/2024, seguindo o rito padrão para qualquer lei que passe pelo Congresso Nacional, segundo art. 65 da CF/88 (Brasil, 1988), ou seja, um PL aprovado por uma “casa”, será enviado à outra para revisão; aprovada pela segunda “casa” sem modificações, segue para sanção presidencial; caso haja modificações, o PL retorna à “casa” iniciadora, respeitando-se assim o bicameralismo federativo brasileiro.

Mesmo diante as iniciativas sustentabilistas, global e local, nesse período (2000-2024), as emissões globais de GEE atingiram 7024,02 GtCO₂e (Atlas Global de Emissões; OWID, 2024); No Brasil, em contrapartida, o acumulado no mesmo intervalo foi de ~58,25 GtCO₂e (BRASIL, MCTI, 2022); nesse contexto paradoxal, ainda que regulações ambientais proliferem, o continuo aumento das emissões suscita uma questão incômoda: estamos, de fato, sustentando o planeta ou apenas encenando uma ilusão de controle?

O Brasil avança de forma desigual em políticas ambientais, enquanto o Carbonoceno – ou Carbonozóico – sela sua marca na história. No Antropoceno, como *evento*, ladeado pelo Capitaloceno, a sobrevivência humana no sistema-Terra exige mais que discursos sustentabilistas. Ruptura ou resignação? A afronta ao abissalismo Norte-Sul já não é escolha, mas condição de existência, talvez em uma sociedade fraternal e transfonteiriça (Boff, 2021), o humano possa ser simultaneamente algoz e paladino.

As questões que orbitam regulamentações sustentabilistas, tanto local quanto global, serão cotejadas nos itens 4.6 e seguinte. Entrementes, se há uma busca por um suposto equilíbrio, este permite reflexões sobre uma fuga do evento antropoceno.

3.4. Fuga do Antropoceno?

Responder à possibilidade de uma fuga do Antropoceno exige refletir sobre a operacionalização da disruptura antropocênica (Sandford, 2019) e os caminhos para mitigar a crise socioambiental. O dilema entre desenvolvimento sustentável antropocênico e alternativas mais radicais revela-se na interseção entre CTS(A), circularidade econômica e *design* regenerativo. Enquanto o modelo linear extrair-produzir-descartar perpetua o existencialismo extrativista, intensificando a degradação ambiental, a economia circular busca minimizar desperdícios, maximizar reutilizações e alinhar crescimento econômico a ideais sustentabilistas

de longo prazo. Mas seria essa circularidade uma real transição ou apenas uma refuncionalização do capitalismo esverdeado?

Tal indagação resvala no relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o qual denuncia que apenas 17% das metas globais da Agenda 2030 estão no caminho certo para serem atingidas até 2030 (UNRIC, 2024). No mesmo caminho, o relatório sobre a Lacuna de Emissões (PNUMA, 2024) estabelece um retrato crítico do fracasso das políticas climáticas, revelando que compromissos assumidos nas COPs e outras convenções internacionais têm sido insuficientes frente ao evento Antropoceno, que mantém o aquecimento global no caminho para 3,1°C, ao invés de 1,5°C (UNRIC, 2024; PNUMA, 2024).

Apesar do avanço científico e tecnológico, a falta de (eco)ambição política e de financiamento adequado aprofunda o hiato entre discursos e prática. Fechar essa lacuna de emissões não pode ser mais um objetivo gradualista, mas uma urgência vital para a sobrevivência da vida (humana e não-humana) no sistema-Terra. Esse contexto se reflete no discurso do secretário-geral da ONU, Antonio Guterrez (24 de outubro de 2024), aqui exposto como expressão da “fuga antropocênica”, perspectiva que será retomada no item 4.5 e seguintes, em diálogo com os conceitos de *design*.

Quadro 16 - Manifesta  o do secretário-Geral da ONU sobre o Relatório de Lacuna Emissões

Num contexto geral: O relatório sobre a Lacuna de Emissões 2024 alerta para o aumento crítico das emissões e a necessidade urgente de a��es climáticas eficazes – “estamos em um perigoso equilíbrio climático”
Sobre o aumento da temperatura: As políticas atuais nos colocam em um caminho de aumento de 3,1°C até o fim do século, um cenário catastrófico para o planeta e as popula��es.
Desafios: Emissões de gases de efeito estufa em nível recorde (aumento de 1,3% no último ano); Desequilíbrio climático que impacta vulneráveis.
Objetivo climático: Limitar o aquecimento global a 1,5°C, exigindo uma redução anual de 9% nas emissões até 2030 para evitar desastres climáticos.
Inação: Intensifica��o de desastres climáticos, incluindo enchentes e secas. Impacto severo sobre os mais pobres e vulneráveis.
Oportunidade: Tecnologias acessíveis podem reduzir emissões até 2030 e 2035, mas �� necessário um salto significativo na ambição e no apoio financeiro.
COP-29: Novos planos de ação climática dos países alinhados ao limite de 1,5°C. Fim do uso de combustíveis fósseis e promoção de energias renováveis.
Financiamento: Necessidade de trilhões de dólares para apoiar países em desenvolvimento. Reformas financeiras para incluir alívio de d��vida e a��es ousadas.

Fonte: Discurso de Antonio Guterrez, Secretário-geral das Na  es Unidas 2022-2026. Lançamento do Relatório de Emissões 2024 <https://www.youtube.com/watch?v=76SUQ9vtWU>. Adaptado pelo autor.

Embora a circularidade econômica seja frequentemente apresentada como solução prometeica, sua implementação enfrenta barreiras estruturais, como a desaceleração econômica, o embate entre diferentes correntes ecológicas – ecologia fraca, forte e superforte (Naess, 1973; Zimmerman, 2004; Gudynas; 2004, 2019; S  lon, 2019) – e a instrumentalização

discursiva exposta pelo *greenwashing*, temas aprofundados no item 4.5 e seguintes. Essas limitações, amplificadas pelos discursos das COPs e compromissos políticos superficiais, fragilizam a aplicação concreta de “*designs*” regenerativos e diluem a confiança pública.

Para que a economia circular seja realmente uma alternativa ao evento Antropoceno, é necessário superar a sustentabilidade como “bom negócio”, adotando uma perspectiva crítica que transcenda a “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess, 2019) e a visão meramente antropocênica de “autorrealização humana” (Zimmerman, *apud* Naess, 2004). Caso contrário, seria plausível argumentar que a circularidade econômica permanece um fenômeno antropocênico – um fenômeno geossocial de magnitude limitada, condicionado pela mesma lógica instrumental que originou a crise climática –, reduzido a mais um evento no tempo geológico.

Talvez, a transição necessite ultrapassar não apenas o Antropoceno, mas também o Carbonoceno, o Capitaloceno e outros “cenos”. Busca-se, sim, uma fuga. Mas não uma fuga escapista – e sim fuga epistêmica, ontoecológica e regenerativa. Como afirmando ao final do capítulo anterior “talvez uma real disruptura exija uma visão pós-antropocênica”. É neste caminho que a noção de *Era Ecozóica*, como delineada por Thomas Berry (1991), articula essa transição para um período emergente em que os seres humanos, em tese, reconquistariam uma orientação criativa e integrada em relação ao mundo, e um convite a coevolução entre humanidade e sistema-Terra, guiada não mais pelo domínio, mas pela comunhão.

Nesse sentido, a fuga antropocênica funda-se também como projeto de desalienação (Furtado, 1974) diante do mito multimilenar do desenvolvimento linear e predatório. Decerto que *Era Ecozóica* (1991) ganhou notoriedade em *The Universe Story* (Swimme; Berry, 1992); contudo, tal cenário alternativo – ainda incipiente, mas pulsante – está em sintonia e dialoga com o *design* regenerativo de Reed (2007), *design* de culturas regenerativas (Wahl, [2016]2020), a metáfora do “Prometeu (cauteloso)” (Latour, [2008]2014), dentre outros, sugerindo uma possível convivência harmônica entre a humanidade e o sistema-Terra.

Essas questões serão aprofundadas no item 4.5.1.3 e capítulo 5, onde a Economia Circular superficial é confrontada por reflexões sobre ecologia profunda e Pós-sustentabilidade (Ecozóica), entendida como um desapego aos ideais sustentabilistas antropocênicos. Embora pareçam antagonistas, tais abordagens revelam-se complementares e indispensáveis a uma transição verdadeiramente transformadora.

4 ECONOMIAS CIRCULARES E SUSTENTÁVEIS - Do pó ao pó?

Uma abordagem pautada na “multi+trans+interdisciplinaridade” sustenta o pensar circular. Baseando-se em Piaget (1972, pp. 141-145) e Alvarenga (*et al.*, 2011, p. 36), a epistemologia das economias circulares pode ser caracterizada em três níveis:

(i) Multidisciplinar - um “patamar inferior” ou, o estágio inicial, onde diferentes ciências contribuem para solucionar problemas econômicos-ambientais, sem interações diretas, mas com acúmulo de informações mútuas, não se tratando, portanto, “(...) de interações propriamente ditas, mas tão somente, da aquisição, por exemplo, de grupos de pesquisadores, de um nível de informação mútua e cumulativa” (Piaget, 1972, p. 141). A geolocalização da humanidade e enquadramento histórico (*cap.* 2) e as discussões do AWG (*cap.* 3) ilustram esse patamar, refletindo a construção social de saberes que influenciam ciências naturais, sociais (aplicadas) e exatas, respeitado os microcosmos científicos e suas liturgias.

(ii) Interdisciplinar - representa um “segundo nível” – ou nível onde há “(...) reciprocidade dentro das trocas, de maneira que daí haja um total enriquecimento mútuo” (*op. cit.*, p. 142). As ciências naturais e exatas contribuíram com modelagens matemáticas sobre o esgotamento de recursos não renováveis, poluição, aquecimento global e emissões de GEE (como CO₂), incluindo eventos de *extreme heat* (Coumou; Robinson 2014 (*fig.* 01); Lewis; Maslin, 2014 (quadro 2); e, Steffen *et al.*, 2011, *fig.* 05). Simultaneamente, tais aportes influenciaram as ciências sociais, especialmente em estudos demográficos e na relação Homem-Ecosfera (*figs.* 02 e 03). Essa interação também se expressa em quadros e gráficos voltados à dinâmica populacional (*fig.* 09; quadros 4 a 8, e; *fig.* 12). Nas ciências aplicadas, tais articulações impulsionaram diretrizes normativas (quadros 09 a 15, e; *fig.* 23), e no campo econômico, instigaram o (re)pensar de modelos historicamente estagnados, aprofundados neste capítulo.

(iii) Transdisciplinar - representa um “nível superior” de interação, em que os vínculos entre disciplinas transcendem fronteiras e se inserem “no interior de um sistema total, sem fronteiras estáveis de disciplinas” (Piaget, 1972, p. 144). Essa imbricação fortalece as ciências da Terra e amplia o conjunto de aprendizagens que sustentam uma cosmovisão (pós)moderna. Se abstrações ganham relevo (Sismondo, 2010), a construção social de saberes pode catalisar uma mudança paradigmática, orientada ao abandono do arquétipo extrativista-linear. Discutir Economia Circular (EC) não se limita a um modelo de negócio sustentável. Suas limitações são multifacetadas e exigem reflexão crítica. Os itens a seguir exploram complexidades, apoiando-se em cenarizações prospectivas.

4.1 Economia Circular: sustentabilidade e desenvolvimento econômico sustentável

A abertura do capítulo 4 adota uma metáfora forte (Benakouche, 2013, p. 117), enquanto um fio condutor multimilenar revela como economias circulares e sustentáveis ganham protagonismo no tempo social-legal-ambiental do (pós)moderno, representando, em tese, uma rota de fuga ao Antropoceno. Relatórios sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNRIC, 2024) e Lacuna de Emissões (PNUMA, 2024) ilustram o alarmismo transnacional diante do “antropocídio” e delineiam possíveis saídas do labirinto tecnocientífico existencial. As inquietações exploradas nos capítulos anteriores seguem ressoando aqui, instigando reflexão sob a luz da perspectiva CTS(A).

O debate sobre um novo marco temporal, interpretado como *evento* geológico, abre espaço para epistemes sustentabilistas de natureza multi, inter e transdisciplinar. Esse cenário revela a coexistência de diferentes *tempos* – social, legal e ambiental – e o “*Zeitgeist*” geológico, conectando o (pós)moderno às análises anteriores em diálogo com a ciência, a tecnologia e um vasto portfólio técnico. No entanto, embora fundamentais aos desafios contemporâneos, ciência e tecnologia, ancoradas em visões essencialistas e antropocênicas, limitaram sua interlocução com a sociedade a um modelo desenvolvimentista linear; neste contexto:

“A concepção clássica das relações entre ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o **chamado modelo linear de desenvolvimento: +ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar.** (...) Nessa visão clássica a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar, esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente a verdade.” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121, grifo nosso).

O modelo linear de desenvolvimento, encontra no *evento* Antropoceno seus desdobramentos, pois na equação de Bazzo (*et al.*, 2003): “+crescimento= +desenvolvimento= +progresso= (+/-)bem-estar”, aliada ao tripé retirar+usar+desperdiçar, não apenas estrutura tal equação, mas também reflete o binômio causa-efeito, evidenciado na geolocalização de Steffen (*et al.*, 2011), e deste contexto, surge a indagação: ciência e tecnologia poderiam realmente contribuir para (+)bem-estar social?

A trajetória do humano no sistema-Terra sempre foi marcada pela dualidade entre *ordem* e *caos*. Como destacado por Boff (2021, p. 25), “A condição do próprio universo é feita de ordem e desordem (caos e cosmos) (...)”. Fato é que, desde o “*kósmos* à máquina” (Capra; Mattei, 2018, p. 65), (des)encaixes e (des)ordens propiciados por +conhecimento tornaram-se

nutrientes para epistemes científico-tecnológicas que buscam, no *hoje*, fuga do labirinto socioeconômico, tecnocientífico e antropocênico.

A indagação “Antropoceno? Para quem?” (*cap. 3*) revelou torções epistêmicas que vão além das discussões geológicas, alcançando diferentes microcosmos científicos. As reflexões em torno do Antropoceno impulsionaram o desenvolvimento de novas tecnologias, orientadas pela lógica linear de que mais ciência e tecnologia significariam mais riqueza – e, por extensão, mais bem-estar. No entanto, como já advertia Pacey (1990, p. 279), “o conceito mesmo de tecnologia tem que ser revisado” – e embora essa revisão tenha se iniciado, permanece em constante (re)construção

Nesse percurso, Bacon ([1620]1999) defendia que o conhecimento empírico e científico poderia transformar o mundo – conhecimento é poder; Comte ([1830]2000), em contrapartida, propunha três estágios evolutivos do pensamento humano: teológico, metafísico e científico, este último visto como ápice do progresso, guiado pela máxima – ordem e progresso. Tais concepções alimentaram uma visão determinista em que conhecimento, ciência e tecnologia funcionariam como motores universais do bem-estar.

Entretanto, Marx ([1867]2013) já apontava as contradições do capitalismo, evidenciando como ciência e tecnologia, quando apropriadas por estruturas de poder, tendem a acentuar desigualdades. Veblen ([1899]2017), por sua vez, destacava o “instinto técnico” na conformação da teia social, onde elites se apropriavam de tecnologias para manter posições de poder. Neste contexto, a crítica (pós)moderna de Pacey (1990) não apenas questiona a linearidade tecnológica, mas também a própria definição de tecnologia – ainda em disputa e constante revisão.

Do pó ao pó? No imaginário popular, a expressão evoca a ideia de retorno à origem – um *ouroboros* multiexistencial, um ciclo fechado. No contexto de sistemas econômicos fechados (Boulding, ([1966]1968), tal metáfora remete a duas reflexões: (i) *material footprint*, onde “Cada produto que usamos, cada serviço que nos proporcionamos, carrega um “fardo ecológico” de materiais(...)” (Schmidt-Bleek, 1993, p. 06, tradução nossa); e, (ii) as dinâmicas advindas da equação +conhecimento= +poder, que (re)configuram relações político-econômicas e ambientais no séc. XXI. Neste contexto, a pegada ecológica se enraíza como “ferramenta contábil que nos permite estimar o consumo de recursos” (Wackernagel; Rees, 1996, p. 09, tradução nossa).

Economia Circular, enquanto conceito, expressa um ideal sustentabilista sistêmico antropocênico, integrando complexas interdependências dos sistemas socioecológico, político-

econômico e científico-tecnológico aos recursos. No entanto, surgem questões centrais: (i) é possível alcançar a circularidade em um sistema enraizado no paradigma de crescimento econômico infinito? (ii) A economia circular representa uma (re)configuração real ou apenas uma adequação estratégica da lógica econômica antropocênica? Tais indagações, aprofundadas no item 5.3, revelam um desafio epistemológico. Como observa Alvater (2022, p. 231), “(...) o velho discurso a respeito da ‘globalização’ está cada vez mais deslocado e é cada vez mais substituído pelo discurso do Antropoceno”; afirmação que se desdobra no capítulo 5.

4.2 Sociedade, mitos e a ciência: uma transição do essencialismo ao CTS(A)

A pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a imagem tradicional das ciências e tecnologias (C&T) sempre estiveram ancoradas em mitos estruturantes: o mito do benefício infinito, segundo o qual mais ciência geraria mais tecnologia e, portanto, mais benefícios sociais; o mito da investigação sem limites, em que a expansão irrestrita da pesquisa levaria ao bem-estar coletivo; o mito da rendição de contas, que supõe que o controle sobre a produção científica assegura responsabilidade intelectual e moral; o mito da autoridade, que atribui à ciência o papel de dissolver disputas políticas como instância neutra de verdade; e, o mito da fronteira sem fim, que enxerga o conhecimento científico como autônomo, desvinculado de suas consequências sociais e ambientais (Sarewitz, 1996, *apud* Bazzo *et al.*, 2003, p. 120).

Sob a concepção essencialista de Bush (1950), abordada anteriormente, os mitos fundadores da ciência foram reafirmados, embora posteriormente criticados e ressignificados; Bush enfatizava a ciência como motor do progresso socioeconômico no pós-guerra e, embora não formulasse explicitamente um conceito de desenvolvimento tecnológico sustentável, defendia que investimentos em pesquisa gerariam inovações de longo prazo, afirmando que “Os novos produtos, as novas indústrias e a criação de postos de trabalho requerem a contínua adição de conhecimento das leis da natureza, (...)” (*op. cit.*, p. 05).

Contudo, o determinismo científico e a busca por domínio sobre a natureza refletem dinâmicas e crises do Antropoceno, e outros “cenos”. McBrien (2022) discute o catastrofismo planetário como contraponto ao otimismo tecnoutópico de Bush (1945), trazendo à tona os riscos sistêmicos do avanço científico atrelado a lógica expansionista.

“(...) Esse foi o nascimento do estado de biossegurança. O livro *Science: The endless frontier* [Ciência, a fronteira infinita] (1945), de Vanavar Bush, propunha uma nova ideologia tecnoutópica e viril. O cientista tornava-se um pistoleiro no Velho Oeste sideral, uma fantasia imperialista que superaria as contradições da extração capitalista de excedentes. A fronteira infinita enquanto exploração científica era, na verdade, a fronteira infinita, da expansão da mercadoria (...)” (McBrien, 2022, p. 203).

Diante a “síndrome de Frankenstein” (Palacios, *apud* Shelley (1818), 2005, p. 125), a inquietação de que o avanço do conhecimento e o domínio sobre a natureza poderiam se voltar contra a própria humanidade –, impôs-se a necessidade de rever o modelo linear das políticas científico-tecnológicas (Pacey, 1990). As sociedades passaram a ser reconhecidas como engrenagens essenciais no pensamento científico, impulsionando os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia (CTS), com ênfase ambiental (CTS-A), nos quais se analisa o impacto das C&T sobre a Ecosfera.

Segundo Benakouche (2013, p. 117): “Se existe um consenso a respeito das principais características das sociedades contemporâneas, este se refere à presença cada vez maior da tecnologia na organização das práticas sociais (...)”; contudo, os avanços em C&T e P&D, acompanhados de críticas crescentes, apontavam para a militarização da ciência e dilemas éticos, a sua apropriação como instrumento de opressão, denunciado pela contracultura e as limitações do modelo de crescimento econômico linear.

Rachel Carson, em *Silent Spring* (1962), sintetizando essas preocupações alertava que o “controle da natureza” é uma arrogância humana, que ignora a interdependência Homem-Ecosfera, pois “A natureza existia para a convivência do homem” (*op. cit.*, 1962, p. 267, tradução nossa). Outros olhares sobre os impactos das C&T nesse contexto intensificam a crítica à sua instrumentalização político-econômica:

Quadro 17 - Críticas aos Mitos de P&D e C&T

*Crítica ao impacto da industrialização na saúde humana e no meio ambiente.	
Murray Bookchin <i>Our Synthetic Environment</i> (1962, p. 210 tradução nossa)	<u>Nossas dificuldades ambientais seriam compreensíveis se não soubéssemos nada sobre os requisitos para um relacionamento equilibrado entre o homem e a natureza.</u> (...) Hoje, no entanto, sabemos demais sobre ecologia para ter qualquer desculpa para muitos dos abusos que são perpetrados na agricultura, na produção de alimentos e na vida urbana. “(...) <u>problemas das mudanças ambientais precisarão ser substituídas por soluções ecológicas duradouras.</u> ”
*Introduziu a ideia de mudança de paradigmas	
Thomas Kuhn <i>The Structure of Scientific Revolutions</i> (1962, p. 163, tradução nossa)	O <u>progresso científico não é diferente em essência do progresso em outros campos</u> , mas a ausência, na maioria das vezes, de escolas concorrentes que questionam os objetivos e padrões umas das outras torna o progresso de uma comunidade científica normal muito mais fácil de perceber.
*Crítica ao uso da tecnologia na consolidação de sistemas de poder na sociedade industrial	
Herbert Marcuse <i>One-Dimensional Man</i> (1964, p. 121, tradução nossa)	<u>Vivemos e morremos de forma racional e produtiva. Sabemos que a destruição é o preço do progresso</u> , assim como a morte é o preço da vida, que a renúncia e o esforço são os pré-requisitos para a gratificação e a alegria, que os <u>negócios devem continuar e que as alternativas são utópicas</u> . Essa ideologia pertence ao aparato societal estabelecido; é um requisito para seu funcionamento contínuo e parte de sua racionalidade. (Marcuse, 1964)
*Problemas ambientais como resultado de escolhas tecnológicas insustentáveis	
Barry Commoner <i>The Closing Circle</i> (1971, p. 11, tradução nossa)	Para sobreviver na Terra, os seres humanos necessitam da existência estável e contínua de um ambiente adequado. No entanto, <u>as evidências são avassaladoras de que a maneira como vivemos atualmente na Terra está levando sua fina e vital camada de suporte à vida, e a nós mesmos junto com ela, à destruição.</u>

*O crescimento econômico infinito é insustentável em planeta com recursos finitos	
Donella Meadows The Limits to Growth (1972, p. 45, tradução nossa)	<u>O que será necessário para sustentar o crescimento econômico e populacional mundial até, e talvez além, do ano 2000?</u> A lista de ingredientes necessários é extensa, (...) A primeira categoria inclui as necessidades físicas que sustentam todas as atividades fisiológicas e industriais – alimentos, matérias-primas, combustíveis fósseis e nucleares, e os sistemas ecológicos do planeta, (...) A segunda categoria de ingredientes necessários para o crescimento consiste nas necessidades sociais. (...) como paz e estabilidade social, educação e emprego, e progresso tecnológico constante.
Arne Næss The Shallow and the Deep Ecology Movement (1973 p. 95, tradução nossa)	*Proposta da ecologia profunda, criticando o antropocentrismo na relação homem-natureza <u>Políticas ecologicamente responsáveis se preocupam apenas em parte com poluição e esgotamento de recursos.</u> Há preocupações mais profundas que tocam em princípios de diversidade, complexidade, autonomia, descentralização, simbiose, igualitarismo e ausência de classes. O surgimento dos ecologistas de sua antiga relativa obscuridade marca um ponto de virada em nossas comunidades científicas.
Ernest. F. Schumacher Small is Beautiful (1973, p. 150, tradução nossa)	*Crítica ao modelo econômico convencional e defesa de sistemas menores e mais sustentáveis Não tenho dúvidas de que é possível dar uma nova direção ao desenvolvimento tecnológico, uma direção que o leve de volta às verdadeiras necessidades do homem, e isso também significa: ao tamanho real do homem. <u>O homem é pequeno e, portanto, o pequeno é belo. Optar pelo gigantismo é optar pela autodestruição.</u>

Fonte: interlocuções organizadas pelo próprio autor; grifo nosso.

Os mitos identificados por Sarewitz (1996, apud Bazzo *et al.*, 2003, p. 120) orbitam as críticas interdisciplinares à P&D e C&T: (i) o mito do benefício infinito, confrontado por Bookchin (1961), ao evidenciar os impactos da industrialização; (ii) o mito da investigação sem limites, desconstruído por Kuhn (1962), ao mostrar a ausência de um método científico universal; (iii) o mito da rendição de contas, criticado por Commoner (1971), diante da insuficiência dos controles técnicos para assegurar responsabilidades éticas; (iv) o mito da autoridade, denunciado por Marcuse (1964), ao apontar o uso político da ciência em detrimento das dimensões sociais; e (v) o mito da fronteira sem fim, exposto por Meadows (1972), que evidenciou os limites do crescimento, complementado por Naess (1973), com a ecologia profunda, e Schumacher (1973), ao questionar o modelo econômico linear. A esse conjunto soma-se o mito do desenvolvimento, exposto por Furtado (1974), e crença ilusória de que as economias periféricas poderiam seguir o mesmo trajeto histórico dos países centrais, ignorando desigualdades estruturais e lógicas de dependência.

Essas críticas impulsionaram novos paradigmas para [C&T + P&D], integrando sociedade e ambiente (S+A) e alinhando-se ao conceito de Economia Circular. O quadro 19 sintetiza os mitos de Sarewitz (1996) e seus desdobramentos críticos, que passaram a influenciar, (in)diretamente a (re)formulação de políticas públicas no contexto socioambiental.

“Uma questão sumamente importante é a que tem a ver com a responsabilidade dos cientistas na hora de resolver conflitos que surgem a partir da interação entre ciência e sociedade. Geralmente, supõe-se que aqueles temas dos quais o conhecimento científico se utiliza para a resolução de problemas políticos (...)” (Palacios *et al.*, 2003, p. 26).

É factível considerar que os problemas enfrentados pela sociedade estejam ancorados na crença de que mais conhecimento científico oferece caminhos para políticas voltadas ao bem-estar; contudo, “não surpreende que as análises dos dados por parte dos especialistas se vejam submetidas a possíveis prejuízos subjetivos” (Jasanoff, 1995, p. 282 *apud* Palacios *et al.*, 2003) – crítica que remete à ciência reguladora nos debates sobre C&T e P&D nas décadas de 1960 e 1970 – período marcado pela era nuclear e pela grande aceleração, como destacam Waters (*et al.*: 2014, 2015, 2016), Zalasiewicz (*et al.*, 2015) e Syvitski (*et al.*, 2020). Tais dinâmicas, longe de se restringirem ao século XX, não são eventos isolados (*figs.* 17 e 18). O Prometeu humano, ainda hoje, persiste em sua busca por dominar o átomo.

Quadro 18 - A perpetuidade da era nuclear

PAÍS	TESTES (*) ATMOSFÉRICOS SUBTERRÂNEOS		TOTAL EM MEGATONS	PRINCIPAIS TESTES		LOCAIS
				Atmosférico	Subterrâneo	
ESTADOS UNIDOS 1945 A 1992	1.054 Atm.* 215	Sub.* 839	1520	Trynity Ivy Mike	Divider	Alamogordo, N. Mexico; Nevada Test Side; Atol de Bkini e de Enewetak
UNIÃO SOVIÉTICA 1949 A 1990	715 Atm. 219	Sub. 496	2850	Tsar Bomb Joe 1	Teste 715 Matochkin Shar	Semipalatinsk (Cazaquistão); Nova Zembla (Rússia)
REINO UNIDO DE 1952 A 1991	45 Atm. 21	Sub. 24	200	Hurricane Grapple Y e X	x	Austrália: Maralinga e Emu Field; Ilha Christmas (Oceano Pacífico)
FRANÇA 1960 A 1996	210 Atm. 50	Sub. 160	210	Canopus	Xouthos	Reggane/In Ekker; Saara Argelino; Atol de Moruroa e de Fangataufa
CHINA 1964 A 1996	45 Atm. 23	Sub. 22	210	Lup Nur Teste 596	Lup Nur Teste 45	Lop Nur (Região Autônoma de Xinjiang)
ÍNDIA 1974 A 1998	5 a 6 Atm. 0	Sub. 5 - 6	0.015	x	Smiling Buddha	Pokhran Test Range (Rajastão)
PAQUISTÃO 1998	3 a 6 Atm. 0	Sub. 3-6	0.02	x	Chagai-I	Montanhas Ras Koh Chagai Hills (Baluchistão)
COREIA DO NORTE 2006 A 2017	6 Atm. 0	Sub. 6	0.36	x	Teste 2017	Punggye-ri
NÚMEROS TOTAIS:	2058		4990.395	528	1530	
MATERIAL RADIOATIVO	5 kg por megaton = 24.951,975 kg estimativa teórica					Incluindo combustível de fusão deutério/trítio, e; o gatilho de fissão urânio/plutônio.

Fonte: <https://www.unitconverters.net/>; Cochran *et al.* (1984, tradução nossa); Mitcham (1994). Adaptado pelo autor.

*Atm. & *Sub: Detonações atmosféricas e subterrâneas.

A reflexão de Thomas Kuhn (1962) sobre paradigmas e o questionamento do progresso ganha força diante do registro de 2.058 testes nucleares, que liberaram 24.951,975 kg de material radioativo. Esse legado da C&T e P&D transcende o século XX. De 1945 a 2017, as dinâmicas do tempo social-legal-ambiental revelam a continuidade da era atômica. O “tempo das coisas”, enquanto cosmovisão essencial à própria ciência, evidencia as relações complexas

entre humanidade e natureza – e o material radioativo impõe o (re)pensar desses impactos no sistema-Terra; à luz CTS(A), surgem reflexões críticas:

(i) Produção de energia: emissões de gases radioativos e lixo nuclear exigem escolhas tecnológicas responsáveis e ética científica no desenvolvimento de soluções; preocupações abordadas no estudo sobre *Energia nuclear no âmbito da educação CTS* (Strieder; Watanabe; Gurgel, 2013).

(ii) Desenvolvimento de tecnologias pós-guerra: contaminações ambientais, resultantes dos testes nucleares suscitam debates sobre os limites éticos da ciência e suas prioridades, em tese voltadas ao bem-estar social, como discutido em *Vannevar Bush-Science The Endless Frontier* (De Brito Cruz, 2014);

(iii) Saúde do (pós)moderno: exposição (in)voluntária à radiação, sob a perspectiva CTS(A), evidencia desigualdades no acesso à informação. Em *Radiação e Saúde: Ensino Numa Perspectiva CTS* (Dias Alves, 2005) destaca que regiões isoladas, como atóis tropicais, foram palco de testes, embora estejam inegavelmente inseridas no mesmo sistema-Terra.

(iv) Descarte de resíduos nucleares: A gestão de resíduos radioativos permanece desafiadora, dada a longa meia-vida de isótopos como urânio²³⁵ (703,8 milhões de anos), plutônio²³⁹ (24,100 anos) e cério¹³⁷ (30,17 anos). Estudos de Cochran (*et al.*, 1984), Barbosa (2021) e Villela (2022) apontam os impactos cumulativos e o problema da contaminação e responsabilidade intergeracional, também abordado por Ewing e Von Hippel (2009) em *Nuclear waste management*.

(v) Economia cíclica: Em sistemas fechados, os materiais radioativos desafiam os princípios da economia circular. A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA/AIEA) busca soluções, discutidas em *Advancing Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes* (IAEA, 2021), que propõe estratégias de reciclagem e reutilização no contexto da EC.

Certo é que a transição do espírito triunfalista e essencialismo advindo das inspirações de Bush (1945) impulsiona rupturas, fortalecidas por três perspectivas fundamentais: (i) o programa empírico do relativismo (EPOR), (ii) a construção social da tecnologia (SCOT) e (iii) a teoria ator-rede (TAR).

Quadro 19 - Síntese epistêmica sobre EPOR; SCOT; ANT

EPOR EMPIRICAL PROGRAMME OF RELATIVISM	Programa empírico do relativismo, centrado no estudo empírico de controvérsias científicas. A controvérsia na ciência reflete a flexibilidade interpretativa da realidade e dos problemas abordados pelos conhecimentos científicos, desvelando a importância dos processos de interação social na percepção e compreensão desta realidade ou na solução destes problemas. O Epor constitui a melhor interpretação do enfoque no estudo da ciência denominado “construtivismo social”. (P. 24)
--	--

SCOT SOCIAL CONSTRUCTION OF TECHNOLOGIES	Programa de pesquisa inspirado claramente em uma epistemologia evolucionista. Se esta última trata de explicar a configuração de nossas categorias intelectivas sob o referencial da evolução (mutação + seleção), o SCOT trata de explicar a sobrevivência e evolução das configurações tecnológicas (Sanmartin e Orti, 1992, p. 60); (p. 129)
ANT ACTOR- NETWORK THEORY	Teoria Ator-rede – Bruno Latour e Michel Callon, desenvolveram uma linha de trabalho baseada no terceiro princípio do “Programa Forte”, a simetria. Para estes autores, uma explicação realmente simétrica de teorias científicas ou artefatos tecnológicos requer outorgar a mesma categoria explicativa a atores humanos (“o social”) e atores não humanos (“o natural” ou “o material”). (p. 164)

FONTE: Palacios; Galbarte; Bazzo (2005) – adaptado pelo autor.

A síntese epistêmica acima é essencial à Economia Circular e a Pós-Sustentabilidade, pois impulsiona o (re)pensar de modelos científico-tecnológicos e político-econômicos, ainda marcados pela linearidade. Trata-se de articular reflexões aos conceitos de Econosfera e de sistemas fechados, como na metáfora da “nave espacial-Terra” de Boulding ([1966]1968). Essa perspectiva conecta-se à ressignificação do extrativismo neolítico, às pegadas da linearidade econômica, à economia extrativista linear, sua intensificação, aos (des)encaixes sob a ótica CTS(A), à ruptura antropocênica (item 2.4.1) e, ao *sandbox* epistêmico (item 3.3)

Expandir a cosmovisão proposta por Boulding ([1966]1968) contribui para uma compreensão mais sistêmica das inter-relações entre economia, ciência e ambiente. Dados sobre a era nuclear reforçam uma abordagem crítica sobre limites materiais e éticos da tecnociência. Epistemes do CTS(A), como EPOR, SCOT e ANT, fortalecem a crítica transdisciplinar aos modelos tecnocráticos lineares. Embora pareçam evidências assimiladas, há urgência de uma regulação social da ciência, capaz de influenciar teorias econômicas disruptivas. Nesse cenário, a crítica de Bazzo (*et al.*, 2003, p. 133) torna-se central:

Diferentes autores, afortunadamente cada vez menos, argumentam que é melhor deixar com os especialistas as decisões com relação à gestão do risco gerado pela aplicação do conhecimento científico e pela utilização dos artefatos tecnológicos. Esta afirmação reflete a idéia-chave do argumento tecnocrático: o público nunca há de envolver-se em tudo que tenha a ver com a ciência e a tecnologia.

Interpretar “público” como a soma entre humanidade e cadeia de consumo é uma abordagem coerente; certo é que, os artefatos tecnológicos não podem ser analisados isoladamente no presente, pois derivam de práticas passadas e moldam inovações futuras, pois “a maior importância, para a conformação da tecnologia futura é a sugestão de que o conceito mesmo de tecnologia tem que ser revisado” (Pacey, 1990, p. 279).

Nesse sentido, é a ciência que impulsiona revisões – mas sob qual enfoque? Tanto o relatório de Bush (1945) quanto os marcos de C&T e P&D são (re)pensados conforme valores sociais, culminando na tecnociência, onde sociedade e ambiente assumem protagonismo,

orientando-se, em tese, ao bem-estar socioambiental. A circularidade econômica, nesse contexto, articula-se ao CTS(A) e ao tempo socioambiental, exigindo reflexão crítica sobre seu uso, promessas, limites e desafios ideopolíticos. Se há uma possível fuga do antropocentrismo, uma nova matriz econômica seria suficiente? Isso exige uma cosmovisão que vá além da circularidade e da Ecosfera, alcançando o pensamento cíclico da Econosfera.

“(…) a ciência não consiste em pura teoria, nem a tecnologia em pura aplicação, senão que ambas, fundidas no termo tecnociência (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial sobre elas (C e T), consistem de redes de cujos nós também fazem parte todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem portanto, continuar sendo separados dos instrumentos que participarão de sua elaboração (González García *et al.*, 1996, p. 87).

4.3 Da Eco(no)sfera ao Pensamento circular: origem, como, onde e quando.

As discussões sobre circularidade econômica e sistemas abertos e fechados não são recentes. Boulding ([1966]1968), ao (re)pensar (C&T)+(P&D)+(S+A), já propunha o sistema-Terra como “Nave Espacial”; ideia utópica, e disruptiva à época que, ao seu turno, confrontava a linearidade extrativista da produção e consumo, a busca por crescimento ilimitado dos Estados-nações desenvolvidos e a ideologia-mundo fundamentada no sistema aberto multimilenar, extrativista e linear do humano. Com o enraizamento do *EPOR*, *SCOT* e *ANT-TAr*, influenciando microcosmos científicos, tal perspectiva tornou-se central para o (re)pensar circular no âmbito da Econosfera.

4.3.1 Um despertar, tardio, do pensamento econômico cíclico e circular

A busca pela *origem* (pós)moderna do pensamento circular como paradigma pode ser traçada nas constatações de Boulding ([1966]1968), nos reflexos da era nuclear (quadro 18), na DUDH (1948), 1ª e 2ª dimensões/gerações de direitos fundamentais, grande aceleração e das aspirações do Clube de Roma (1968) sobre os Limites do Crescimento, que já indicavam a toxicidade das relações antrópicas e desequilíbrio na relação Homem-Ecosfera, culminando na percepção do sistema-Terra como um sistema fechado que se retroalimenta, pois:

Estamos agora no meio de um longo processo de transição na imagem que o homem tem de si mesmo e de seu ambiente. Homens primitivos, e em grande parte também homens das primeiras civilizações, imaginavam-se vivendo em um plano virtualmente ilimitado. Havia quase sempre um lugar além dos limites conhecidos da habitação humana, e por um longo tempo da presença do homem na Terra, havia algo parecido com uma fronteira. (Boulding, [1966]1968), p. 275, tradução nossa).

É preciso reconhecer que o discurso sobre a Econosfera, enquanto sistema fechado de retroalimentação, considera – e não ignora – as relações antrópicas e seus efeitos; nesse

caminho, críticas ao modelo econômico extrativista e linear já ressoavam nos microcosmos científicos. Boulding (op. cit.), ao (re)pensar além da linearidade, sinalizou uma transição estrutural da relação entre sistemas humanos e a Ecosfera. Ainda que não utilizasse o termo “fronteiras planetárias”, antecipou ideias correlatas ao evidenciar os limites físicos do planeta e a urgência de uma gestão sustentável dos recursos.

O idealismo sobre Econosfera desvela a economia cíclica, operando dentro dos limites naturais – *planetary boundaries* (Rockström; Gaffney, 2009). No *tempo* do humano, tais limites dialogam com a 10ª dimensão/geração de direitos fundamentais, coexistente às dimensões anteriores, e, também com os objetivos do milênio (ONU, 2000), e as COPs 01-14. No Brasil, tais limites planetários já eram tratados tanto na Política Nacional sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2009) quanto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), cotejadas a contento (item 4.6).

Fato é que “Econosfera” busca um equilíbrio baseado em sistemas fechados, onde gestão sustentável dos recursos respeita os limites do sistema-Terra, promovendo a retroalimentação e a coesão entre sistemas humanos e naturais, pois

Podemos pensar na economia mundial, ou ‘econosfera’, como um subconjunto do ‘conjunto mundial’, que é o conjunto de todos os objetos possíveis de discurso no mundo. Pensamos então no estado da econosfera em qualquer momento como sendo o estoque total de capital, ou seja, o conjunto de todos os objetos, pessoas, organizações, e assim por diante, que são interessantes do ponto de vista do sistema de troca. (Boulding, ([1966]1968, p. 277, tradução nossa).

No século XX, o chamado capital natural, formado por “recursos, sistemas vivos e serviços ecossistêmicos” (Daly, 1991, p. 18), já refletia uma percepção próxima à da Econosfera. Mas, e o *Capitalismo Natural* proposto por Hawken (*et al.*, 2007)? O esverdeamento da economia (circular) nesse período resulta das aprendizagens sobre ciência, tecnologia e P&D nas décadas de 1960-1970, cujos efeitos repercutiriam, em tese, em favor da sociedade e do ambiente. Nesse cenário, CTS(A) transforma-se em uma *matrioska* temporal de complexidades interligadas.

As reflexões de Boulding (op. cit.) propunham uma economia cíclica, em contraste com os sistemas abertos – extração e desperdício. No modelo cíclico, recursos seriam reutilizados e regenerados, e a sustentabilidade, em tese, transcenderia, a maximização do lucro, reconhecendo que o bem-estar depende da integração Homem-Ecosfera, e não apenas do crescimento econômico esverdeado, guiado pelo capital. Nesse sentido, a equação sobre

desenvolvimento linear: “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121), seria equilibrada.

O (re)uso e a (re)generação – sistema fechado da Econosfera – simbolizariam a integração de (C&T)+(P&D)+(S+A) que, ao seu turno, refletem o idealismo de Boulding (*op. cit.*) – uma predição à Estocolmo (1972) que passaria a pugnar por (eco)desenvolvimentismo; ora, ciência e tecnologia “constituem âmbitos de reflexão diferenciados, mas convergentes, que, em conjunto, podem contribuir para a construção de um conceito de ciência e tecnologia mais realista e contextualizado.” (Sanmartín; Hronszky, 1994, p. 33).

4.3.2 Apropriação social de saberes cíclicos

A origem da Economia Circular contemporânea remonta à década de 1960, enquanto o “*como*” e o “*onde*” decorrem da apropriação social dos saberes. A partir do pensamento cíclico e da integração entre ciência, tecnologia, P&D e sociedade+ambiente (S+A), surge a proposta de uma vida sustentável, enraizada em uma miríade epistêmica. Entre seus possíveis marcos estão: 1945, quando Bush, em *Science: The Endless Frontier*, defende o progresso científico como motor do avanço social e econômico no pós-guerra; 1962, com Carson em *Silent Spring*, que inaugura o ambientalismo (pós)moderno ao demonstrar a interdependência Homem-Ecosfera e os impactos ecológicos da ação humana; e 1963, com Schumacher em *Small is Beautiful*, que propõe uma economia de pequena escala e impacto sustentável; mas também:

(i) Jay Forrester (1971) em *World Dynamics*: Introdução (p. 01) – Define a Terra como um sistema integrado, composto por humanidade, organização social, tecnologia e habitat natural; e no capítulo 4 – *Limits of Growth* (p. 67) – explora crescimento, esgotamento de recursos naturais e (neo)colonialismo, destacando como as nações industrializadas (Norte Global) cresceram aceleradamente, intensificando a exploração de recursos naturais em países subdesenvolvidos; no mesmo capítulo: Superlotação, *crowding* (p. 81) – Projeta uma população global de ~9.7 bilhões, com uma razão de crescimento (CR) de 2,65 vezes a população de 1970. Essas reflexões dialogam com as interlocuções sobre o “*footprint*” comercial e industrial e projeções populacionais do UN DESA (2012), mas também com os itens 5.2 e seguinte que abordarão o *caos* e a máquina da sustentabilidade e o mito da circularidade.

A dinâmica de sistemas proposta por Forrester (1971), ao modelar as interações entre economia, meio ambiente e população, influenciou diretamente o relatório de Meadows (1972) e alinhou-se à percepção de Boulding (*op. cit.*) sobre a necessidade de compreender os sistemas

complexos do sistema-Terra, pois “A matéria só adquire significado e só entra na sociosfera ou econosfera na medida em que se torna um objeto de conhecimento humano (*op. cit.*, p. 278).

No presente, essa visão se conecta à pegada material, em que “Para produzir a riqueza de que desfrutamos, areia, cascalho, água, ar, solo superficial, minérios, cimento, terra e muito mais precisam ceder ao nosso avanço.” (Schmidt-Bleek, 1993, p. 6). Forrester (1971) delineia uma dinâmica mundial interdependente, na qual as soluções intuitivas para problemas sociais frequentemente falham por não considerar a complexidade sistêmica. Como destaca:

Primeiro, uma tentativa de aliviar um conjunto de sintomas pode apenas criar um novo modo de comportamento do sistema que também tem consequências desagradáveis. Segundo, a tentativa de produzir uma melhoria de curto prazo frequentemente prepara o terreno para uma degradação de longo prazo. Terceiro, as metas locais de uma parte de um sistema frequentemente entram em conflito com os objetivos do sistema maior. Quarto, as pessoas muitas vezes intervêm em pontos de um sistema onde há pouca influência e onde esforço e dinheiro têm pouco efeito. (Forrester, 1971, p. 94, tradução nossa).

(ii) Nicholas Georgescu-Roegen ([1971]1995) em *The Entropy Law and the Economic Process*, fundamenta a bioeconomia e reforça as ideias de Boulding (*op. cit.*) sobre os sistemas e os limites da Terra, ao introduzir o conceito de entropia, que reverbera nos itens a seguir como justificativa para reflexões sobre (in)sustentabilidade. No capítulo XI – *The economic Science* (p. 330) – Roegen argumenta que uma classificação precisa e abrangente dos inúmeros sistemas econômicos é inviável; sobre modelos econômicos (p. 332, tradução nossa) – afirma que “Os economistas gostam de argumentar que, como nenhum modelo, seja na física ou na economia, é absolutamente preciso, só podemos escolher entre um modelo mais ou menos preciso.” A introdução do conceito de entropia – destaca que o uso de recursos naturais conduz à sua degradação, tornando-os inutilizáveis em processos produtivos futuros. Nesse contexto, “a Lei da Entropia não é inerte: ela determina a direção geral do processo entrópico de qualquer sistema isolado.” (*idem*, p. 12, tradução nossa).

Georgescu-Roegen dialoga com Boulding, que defendeu a ideia de entropia aos sistemas materiais, como processos entrópicos e anti-entrópicos. Nesse cenário, um sistema fechado não apresentaria aumento ou diminuição da entropia material, alinhando-se à percepção contemporânea sobre *footprints*, que representam “o consumo de recursos e os requisitos de assimilação de resíduos de uma população humana ou economia definida.” (Wackernagel; Rees, 1996, p. 09, tradução nossa). Processos entrópicos em sistemas abertos e lineares denunciam a pegada ecológica no *hoje*:

Se a economia padrão não banuiu completamente o indivíduo de seu discurso, é porque uma suposição enfraquecedora foi adicionada às que foram

mencionadas acima. Essa suposição é a de que, embora cada indivíduo conheça seus próprios meios e fins, ninguém conhece os meios e fins dos outros. (Poincaré, 1963, p. 64, *apud* Georgescu-Roegen, 1971, p. 343).

iii) Donella Meadows (1972) em *Limits of Growth*, frequentemente referenciada nos capítulos anteriores, é aqui analisada no contexto da apropriação social de saberes cíclicos, influenciada diretamente por Boulding (*op. cit.*). Suas concepções ganharam destaque de forma transversal e interdisciplinar. O relatório sobre limites do crescimento reverberou não apenas em Estocolmo (1972), mas também ao longo do espaço-tempo, sustentando atos internacionais, influenciando todas as edições das COPs e impactando o Relatório das Nações Unidas sobre objetivos de desenvolvimento sustentável (UNRIC, 2024) e o relatório sobre Lacuna de Emissões (PNUMA, 2024).

A visão sistêmica de Meadows (1972) analisou as interações entre crescimento populacional, industrialização, recursos naturais e poluição, alertando para o risco de colapso caso mudanças estruturais não fossem adotadas – percepção que converge com Boulding (*op. cit.*, p. 281), ao propor a transição de uma economia *cowboy* (linear) – para uma economia “de nave”, regenerativa, sustentável e cíclica. Ambos adotaram uma abordagem sistêmica e modelos de sistemas fechados: Boulding pela metáfora da nave; Meadows pela quantificação dos limites do sistema-Terra com base em recursos finitos. Nesse contexto, Meadows (1972, p. 67, tradução nossa) questionou:

Há recursos suficientes para permitir o desenvolvimento econômico das 7 bilhões de pessoas esperadas até o ano 2000, garantindo um padrão de vida razoavelmente alto? Mais uma vez, a resposta deve ser condicional. Isso depende de como as principais sociedades consumidoras de recursos lidam com algumas decisões importantes no futuro. Elas podem continuar a aumentar o consumo de recursos de acordo com o padrão atual. Elas podem aprender a recuperar e reciclar materiais descartados. Elas podem desenvolver novos designs para aumentar a durabilidade de produtos feitos de recursos escassos.

Segundo projeções do UN DESA (2024), a população mundial cresceu de ~3,7 bilhões na década de 1970 para ~8,182 bilhões em 2024. Apesar das decisões internacionais desde 1972, a recuperação e reciclagem de materiais descartados ainda não se tornaram práticas amplamente assimiladas. Exemplo disso são o Plasticeno (Corcoran, 2014), as ilhas de plástico, como a Grande Mancha de Lixo do Pacífico (Leonard, 2010), e desafios, como o Plantatioceno, Carbonoceno e outros “cenos”, discutidos anteriormente.

Meadows (1972) já alertava sobre a necessidade de se respeitar limites planetários e que desenvolvimento e crescimento infinito são insustentáveis (*op. cit.*, p. 66); visão convergente

a Boulding (*op. cit.*), que defendia sistemas fechados e capacidades ecológicas onde: “(...) uma pequena mudança no ambiente produz uma mudança drástica na população de espécies.” (*idem*, p. 242, tradução nossa) – percepção alinhada aos fundamentos da teoria do caos (Lorenz, 1993; Gleik, 1987).

Em contrapartida, Celso Furtado, discutia o *Mito do Desenvolvimento* e expunha inquietudes:

O que acontecerá se o desenvolvimento econômico, para o qual estão sendo mobilizados todos os povos da terra, chegar efetivamente a concretizar-se, isto é, se as atuais formas de vida dos povos ricos chegam efetivamente a universalizar-se? A resposta a essa pergunta é clara, sem ambiguidades: se tal acontecesse, a pressão sobre os recursos não renováveis e a poluição do meio ambiente seriam de tal ordem (ou alternativamente, o custo do controle da poluição seria tão elevado) que o sistema econômico mundial entraria necessariamente em colapso (Furtado, 1974, p. 19).

Boulding, Meadows e Furtado criticam o crescimento econômico descontrolado sob diferentes perspectivas, mas convergem na defesa de alternativas centradas no bem-estar humano. Enquanto Boulding rejeita o modelo linear e aberto, propondo sistemas fechados e circulares; Meadows alerta para os limites físicos do planeta e defende estratégias de proteção socioambiental e intergeracional; Furtado, por sua vez, desmonta o mito do desenvolvimento como promessa universal, ao afirmar que “o custo, em termos de depredação do mundo físico, desse estilo de vida, é de tal forma elevado que toda tentativa de generalizá-lo levaria inexoravelmente ao colapso de toda uma civilização” (1974, p, 75). A (des)ilusão se intensifica diante do reconhecimento de que “não há bilhete de primeira classe para todos os passageiros da nave Terra”, e que insistir nesse modelo é comprometer a própria sobrevivência da espécie.

Fato é que, o pensamento disruptivo sobre a Ecosfera e sistemas cíclicos trouxe propostas inovadoras ao paradigma extrativista linear. No entanto, como alerta Forrester (*op. cit.*), sistemas fechados podem gerar novas formas de degradação a longo prazo – imprevisibilidade descrita pela teoria do caos. Essa complexidade reflete na heterogeneidade do uso de C&T e P&D, contudo, segundo Poicaré (1963, *apud* Georgescu-Roegen, *op. cit.*, p. 330), “ninguém compreende completamente os meios e fins dos outros”, evidenciando as tensões entre o Norte e Sul Global.

O sistema cíclico de Boulding transcendeu para o conceito de *loop economy*, base da Economia Circular contemporânea. Introduzido por Stahel e Reday-Mulvey (1976), e apresentada em relatório à Comissão das Comunidades Europeias (CCE), órgão executivo da

Comunidade Econômica Europeia (CEE), será explorado a seguir, evidenciando como a circularidade tornou-se central no debate ambiental global.

4.3.2.1 Economia de circuito fechado - loop economy: matriarca da Economia Circular

Ciclo econômico fechado surge como tentativa pragmática para alinhar sustentabilidade e desenvolvimento econômico sustentável. A conferência de Estocolmo (1972), bem como os ideais disruptivos impulsionados por Carson (1962), Boulding ([1966]1968), Forrester (1971), Georgescu-Roegen ([1971]1995), Meadows (1972) e Furtado (1974), fomentavam debates interdisciplinares sobre os impactos do ser humano no sistema-Terra.

Tais pensamentos, transcenderam na perspectiva estritamente econômica do relatório de Stahel e Reday-Mulvey (1976) para a CCE e CEE, ampliando de maneira holística a discussão para a interação entre economia, meio ambiente e sociedade.

Quadro 20 - (i) “Loop economy” – síntese do relatório para CCE & CEE

ELEMENTOS HISTÓRICOS E PROPOSTAS DE STAHEL E REDAY-MULVEY (1976)	
1. Embargo do petróleo, e aumento de preços, pelos países árabes (OPEP) - pós-choque, revela a dependência das economias ocidentais em recursos não renováveis;	
2. Industrialização e desperdício: aceleração econômica pós 2ª guerra mundial, extração extensiva de recursos e desperdício de matérias - pressão ambiental crescente: ganho consciencial sobre poluição e escassez de recursos;	
3. Reflexão sobre sustentabilidade econômica a longo prazo;	
4. Interesse político: a CCE e CEE buscavam estratégias para reduzir a dependência em recursos fósseis; foco em soluções para garantir o desenvolvimento econômico sustentável diante o incentivo para C&T e P&D para reutilização de materiais, o aumento da eficiência industrial e criação de novos empregos eram parte integrante de tais estratégias.	

Fonte: Stahel e Reday-Mulvey (1976; 1981); adaptado pelo autor.

A economia de ciclo fechado também é destacada como ideal de desenvolvimento econômico sustentável em *The Performance Economy* (Stahel, 2006) na seção *Smart solutions – creating wealth from knowledge* (seção 1.2.1, p. 15); no entanto, há um inquietude a ser ponderada, pois o resultado (S+A) – sociedade e ambiente é realmente alcançado pela equação $[(C\&T) + (P\&D) * (E)]$, onde ciência e tecnologia (C&T) e pesquisa e desenvolvimento (P&D) são multiplicados por um coeficiente econômico (E)? Ou trata-se apenas de uma (re)adequação estratégica que perpetua o capitalismo sob uma nova roupagem? Essas questões ganham força ao observar que muitos avanços científicos e tecnológicos, direcionados ao bem-estar social, ainda reproduzem um modelo extrativista-linear, levantando dúvidas sobre a real ruptura prometida por uma economia em *loop* ou de *performance*. Essa dinâmica, por sua vez, serve como modulação para a Economia Circular no séc. XXI. Nesse caminho,

Avanços científicos e tecnológicos geralmente ocorrem de forma espasmódica. Longos períodos de estagnação podem ser seguidos por um surto de desenvolvimentos. No entanto, tal progresso revolucionário tende sempre a tornar a compreensão e a execução mais complexas. Uma única descoberta pode desencadear um rápido avanço tecnológico em muitos campos. (Stahel, 2006, p. 16-17, tradução nossa).

Se descobertas desencadeiam avanços em diversos campos, como sugere Stahel, é razoável supor que o bem-estar também seja impactado por esses “espasmos” de progresso. Das reflexões iniciais sobre *loop economy* em 1976 até seu aprofundamento em 2006, o desenvolvimento e sustentabilidade econômica são antagonicamente imbricados em debates amplos – a exemplo do Antropoceno, industrialização, era nuclear e grande aceleração (Crutzen; McNeill, 2007; Steffen *et al.*, 2007; Zalasiewicz *et al.*, 2015; Waters *et al.*, 2015). Decerto que o novo paradigma econômico surge em resposta à crise energética de 1973, momento em que combustíveis fósseis passam a ser simbolicamente associados ao Capitaloceno, Necroceno e Carbonoceno, segundo McBrien (2022).

É factível afirmar que desenvolvimento econômico sustentável e sustentabilidade permanecem essencialmente antropocênicos; e, no mesmo caminho, a economia de “*performance*” – matriarca da circularidade econômica:

Quadro 21 - (ii) Da *Loop Economy* para economia de performance

CONCEITO DE ECONOMIA EM CICLO FECHADO - LOOP ECONOMY & ECONOMIA DE PERFORMANCE			
“A LOOP ECONOMY é uma abordagem “do túmulo ao berço” que começa no final da utilização de um bem.” (Stahel, 2006, p. 223, tradução nossa)			
1. Definição inicial: aplicabilidade industrial; 2. Loop economy: modelo econômico contraposto ao sistema linear tradicional, resultado no arquétipo multimilenar extrair-produzir-desperdiçar – “ <i>take-make-waste</i> ”; nesse caminho, há uma transição “do berço à natureza” para “do berço ao túmulo”, e então para “do túmulo ao berço”. (Stahel, 2006, p. 223, tradução nossa). 3. O foco da economia em ciclo fechado é manter os materiais em circulação pelo maior tempo possível que, em tese, reduziria o consumo de recursos naturais e resíduos; economia “loop” começa no final da utilização de um bem.” (<i>idem</i> , p. 223, tradução nossa)			
ELEMENTOS-CHAVE DA LOOP ECONOMY			
1. Manutenção preventiva; 2. Reutilização e remanufatura; 3. Reciclagem como último recurso; 4. Redesenho de sistemas - talvez a visão de Latour ([2008]2014) sobre o prometeu (cauteloso) esteja presente aqui, pois o “ <i>design</i> ” é na atualidade firmado como ponto chave para (eco)inovações			
RELEVÂNCIA DO CONTEXTO POLÍTICO INDUSTRIAL			
1. Ciclo econômico fechado - pioneiro ao integrar, de maneira inédita, as três dimensões fundamentais da sustentabilidade: econômica, ambiental e social em abordagem interconectada; 2. Revolucionária - até a década de 1970 crescimento econômico era incompatível com sustentabilidade; 3. Proposta de redução de impactos ambientais sem comprometer crescimento econômico; 4. Mudança estrutural no (i) design - reparo, remanufatura e reciclagem; (ii) no consumo - compartilhamento e reutilização ao invés de descarte; funda-se a noção de “serviços de produto”			
DIFERENÇA ENTRE LINEARIDADE ECONÔMICA E ECONOMIA EM CICLO FECHADO			
Aspectos	Economia linear	Loop economy	Economia de performance
Uso de recursos	Extrair-produzir-desperdiçar	Reciclagem; (re)uso; (re)manufatura;	Prolongamento do uso de produtos
Energia	Produção intensiva de energia	Eficiência energética	Otimização do consumo energético
Resíduos	Sistema aberto Geração constante	Diminuição (minimização) de resíduos	Redução de resíduos pelo uso eficiente

Fonte: baseado em Stahel (2006); autoria própria.

A transição da linearidade econômica para modelos econômicos supostamente mais sustentáveis é guiada pela máxima “Pensar em dinheiro em vez de pensar em desperdício!” (Stahel, p, 224, tradução nossa). Essa visão busca romper o arquétipo extrativista multimilenar, mas levanta um questionamento: seria o ideal sustentabilista apenas um subproduto da sustentabilidade econômica do capitaloceno e carbonoceno? Embora associada ao lucro, a economia de ciclo fechado incorpora, em tese, fundamentos sustentabilistas holísticos, sugerindo um planejamento *econômico* mais alinhado às demandas ambientais. As metáforas do *ouroboros* multiexistencial, do caos à ordem, do pó ao pó – se reafirmam, mas a percepção de uma natureza acessível ao consumo, baseada na (dis)ruptura antropocênica, demanda reflexão.

A ecologia-mundo capitalista começou no longo século XVI. Quase ninguém parece ter percebido a geografia da transformação ambiental global como a pista decisiva para todos os outros momentos de transição. Os ambientalistas procuraram pela máquina moderna e a encontraram: o motor a vapor e todo o resto. Os marxistas procuraram pela estrutura de classe “correta” – trabalhadores assalariados, relações de propriedade burguesa e tudo isso – e também a encontraram. **Os economistas procuraram por algo parecido com mercados modernos e mecanismos institucionais favorecendo uma “economia moderna”.** Essas coisas eram muito importantes. E todos ignoraram algo muito relevante: um novo padrão de criação de ambiente. (Moore, 2020, p. 158, grifo nosso).

Diante uma economia *avant-garde* adaptada ao antropoceno, a linearidade segue o modelo “extrair-fabricar-descartar”. Por outro lado, *loop economy* busca manter recursos em ciclos contínuos de (re)uso, remanufatura e reciclagem com foco na eficiência energética e redução de resíduos – um processo, em tese, anti-entrópico, onde Georgescu-Roegen afirma de maneira simplista: “(...) pega materiais e os concentra” (*op. cit.*, p. 279). Ainda assim, o modelo de Stahel (1976; 1981; 2006) pode ser criticado sob o viés de Boulding ([1966]1968), Meadows (1972), Furtado (1974) e, de maneira pontual, Forrester (1971), que alerta: “(...) uma tentativa de aliviar um conjunto de sintomas pode apenas criar um novo modo de comportamento do sistema que também tem consequências desagradáveis.” (*op. cit.*, p. 94).

A economia de *performance* complementa a lógica da *loop economy* ao enfatizar o prolongamento do uso de produtos, a otimização do consumo energético e redução de resíduos. Contudo, indaga-se: o ideal sustentabilista é econômico? Embora sejam modelos distintos, ambos compartilham a intenção de superar impactos ambientais e econômicos. Essa proposta remete a equação: $\{[(C\&T)+(P\&D)+(S+A)*(E)] = \text{vida sustentável no sistema-Terra}\}$; ora, ciência, tecnologia e inovações poderiam harmonizar o binômio Homem-Ecosfera? Apesar de avanços significativos, a transição para modelos sustentáveis enfrenta desafios antropocênicos

estruturais, que limitam sua eficácia, exigindo reflexões críticas sobre suas bases econômicas e sociais.

A lógica do prolongamento do uso de produtos na economia de *performance*, esbarra, por exemplo na obsolescência programada – estratégia econômica que encurta artificialmente a vida útil de bens para estimular o consumo contínuo. A pegada industrial (item 2.3.3), destaca-se na análise de Vance Packard em *The waste makers*, onde foi pontuado que *os sucessos econômicos* advindos da industrialização frequentemente resultam da *Obsolescência Planejada do Desejo*, ou seja, “técnica de tornar produtos obsoletos por meio do seu *design* para que se desgastem ou apresentem uma aparência degradada (...)” (*idem*, 1960, p. 46, tradução nossa).

Nesse contexto, emerge reflexão ética que confronta *loop economy* e economia de *performance* quando associadas ao conceito de “Progresso Através do Caos Planejado” (*idem*, p. 85). Esse progresso se enraíza na ideia de desenvolvimento econômico sustentável, paradoxalmente afrontado com “(...) uma tentativa de fazer uma contribuição por meio da mudança. Quando nenhuma contribuição é feita ou pode ser feita, o único processo disponível para dar a ilusão de mudança é o estilo.” (Packard, 196., p. 46, tradução nossa). Em outras palavras: *design* industrial pré-programado à falha.

A equação de Bazzo (*et al.*, 2003) que versa sobre o desenvolvimento econômico linear: “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar”, reinterpretada à luz da busca pelo progresso através do caos planejado (Packard, 1960), poderia ser (re)escrita como: $\{[(C\&T)+(P\&D)] * [(E)] + [(obsolescência\ planejada)] - [(S+A)] = \text{desenvolvimento econômico sustentável}\}$. Se a obsolescência planejada enfraquece a sustentabilidade socioambiental, talvez seja necessário removê-la da equação, ou então, deixá-la como uma constante antropocênica; contudo, sua permanência dificulta a implementação de circuitos fechados. Se tais limitações fossem superadas, talvez sistemas fechados pudessem transcender no *tempo* e romper com os desafios estruturais do paradigma linear e do Capitaloceno; neste contexto:

A obsolescência programada impacta significativamente a proteção ambiental ao promover um ciclo contínuo de consumo, descarte e substituição de produtos. Esse processo não apenas aumenta a demanda por recursos naturais e energia, como também gera uma quantidade substancial de resíduos. (Giolo Junior *et al.*, 2024, p. 1436, tradução nossa).

Partindo da teoria dos ciclos históricos (Palacios *et al.*, 2001), a gestão de resíduos na economia de circuito fechado resulta em externalidades ambientais, sejam elas positivas ou negativas. Nesse caminho, Pigou em *The Economics of Welfare* ([1920]1932), estruturou as

bases dessa compreensão ao destacar que custos sociais não refletidos nos preços de mercado geram desequilíbrios. Esse conceito permanece central na análise de externalidades ambientais e desenvolvimento econômico; primeiro porque “pode acontecer, por exemplo, (...) que custos sejam impostos a pessoas que não estão diretamente envolvidas, como por exemplo danos não compensados(...)” (*idem*, tradução nossa); num segundo momento, na “matrioska” temporal, a precificação de créditos de carbono (*fig. 22*) que mesmo esverdeada com ideias nobres, continua a gerar discrepâncias.

A economia do bem-estar proposta por Pigou transcende no tempo e, reinterpretada sob a ótica de Stahel (*op. cit.*), se contrapõe aos paradigmas tradicionais. A intensificação do *(re)+(cycling)* como solução prometeica, expressa na equação $\{[(C\&T)+(P\&D)] \pm [(S+A)]\}$, visava internalizar externalidades, redefinindo práticas produtivas. No entanto, tecnologias fim de tubo (*end-of-pipe technologies*), focadas apenas na mitigação de danos ao final do processo produtivo (Vesilind, 1998; Speth, 2008), mostraram-se insuficientes para enfrentar os desafios estruturais da (in)sustentabilidade. De forma oposta, o *design* regenerativo, proposto por Lyle ([1994]1996) e Reed (1995), aponta abordagens preventivas, restaurativas e reconciliadoras (item 4.5.1.3).

A inserção do “(+/-)” na equação expõe a necessidade de equilíbrio entre tecnologia, ciência e sociedade, destacando as dimensões sociais no desenvolvimento tecnológico. Como observa Fourez (1997, p. 68, tradução nossa): “As escolas de construtivismo social consideram que a construção concreta de ciências é também resultado de interações sociais, econômicas e institucionais”, o que reforça a necessidade de instrumentos científicos e interdisciplinares (EPOR, SCOT, ANT) para equalizar a relação Homem-Ecosfera.

Vislumbrar a neutralidade tecnológica seria um equívoco, especialmente no contexto das economias em *loop* ou *performance* propostas por Stahel. Auler (2002) argumenta que ciência e tecnologia nunca foram neutras, pois são permeadas por fatores sociais, éticos e políticos. Se tratadas à margem desses contextos, limitando-se ao desenvolvimento *econômico* sustentável, sua análise dependerá de quem as questiona. Crer na neutralidade tecnológica perpetua uma visão simplificada e sistêmico-antropocênica de realidades complexas, pois:

1. O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas;
2. A apropriação do conhecimento científico-tecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa [sic]. É o sistema político que define sua utilização;
3. O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência; e,
4. O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos. (Auler, 2002, p. 78).

As críticas da década de 1970 transcendem o tempo-espaço, refletindo-se nas discussões sobre circularidade econômica (item 4.5). Entre 1960 e 1980, o foco era o controle de danos via tecnologias “fim-de-tubo”, enquanto a partir de 1980, o debate evoluiu para uma circularidade holística, integrando novas tecnologias e ciclos de vida completos. Essa transição marca uma ruptura essencial para (re)pensar modelos (eco)produtivos. No antropoceno, ideopolíticas moldam a era do capitalismo esverdeado que propõe um “Pós-desenvolvimento focado no reparo(...)” segundo McMichael (2021, p. 89); fato é que surge deste contexto uma inquietude: a economia circular contemporânea seria extemporânea ao próprio (pós)moderno, e mero ajuste com rótulo (pós)desenvolvimentismo esverdeado?

4.4 Economia circular - tardio pensamento (pós)moderno para Eco(no)sfera latente

A circularidade econômica é um pensamento tardio. Talvez “conveniência e oportunidade” sejam metáforas adequadas para descrever a trajetória do humano, enquanto permanece preso ao arquétipo linear do extrativismo. Tardio porque, já em 1873, Stoppani introduzia a era antropozóica, destacando o protagonismo humano nas alterações da Ecosfera. Desde então, autores como Suess (1875), Vernadsky (1926), Chardin (1950), Crutzen e Stoermer (2000), Crutzen (2002) e Steffen (2007) demonstram que o (pós)moderno já dispunha de instrumentos cognitivos para avaliar a relação causa-efeito de suas ações em um sistema planetário em transição. Como apontam Barnosky (*et al.*, 2012, p.52), essa transição tem o “potencial de transformar a Terra rápida e irreversivelmente num estado desconhecido até então pela experiência humana”; ora, *extreme heat* (fig. 1) poderia ser o potencial transformador.

A linha do tempo expõe essa assimilação tardia: 152 anos desde Stoppani (1873); 275 anos desde a industrialização, considerada estratótipo GSSP para o AWG; 75 anos desde 1950, marco da grande aceleração (Steffen, *et al.*, 2011). Esses intervalos evidenciam como as ideias disruptivas emergiram lentamente, enquanto o impacto humano no sistema-Terra se intensificava.

O caráter tardio na circularidade econômica também se evidencia pelas rupturas epistêmicas que ocorreram no espaço-tempo. Em 2025, olhando retrospectivamente, percebe-se que: 63 anos nos separam das reflexões de Carson (1962), 59 anos do convite de Boulding (1966) ao pensamento econômico cíclico; 53 anos dos limites do crescimento de Meadows (1972) e do (eco)desenvolvimento discutido na Conferência de Estocolmo (1972); 38 anos do conceito de desenvolvimento sustentável de Brundtland (1987); 33 anos da Cúpula do Clima (1992); 28 anos do Protocolo de Quioto (1997); 20 anos da entrada em vigor dos MDLs (COP-

10, 2005), e; 10 anos desde a Agenda 2030 e o Acordo de Paris (COP-21, 2015). Inação? Fato é que, esses eventos reiteram como a circularidade econômica surgiu tardiamente.

O (re)pensar cíclico transcende a Economia Circular contemporânea, integrando uma cosmovisão sistêmica de econosfera, onde uma “matrioska temporal” estrutura o pensar circular. Essa abordagem revela que a complexidade das interações econômicas e ambientais vai além de soluções pontuais, conectando diferentes camadas temporais e epistemológicas.

Pearce e Turner, em *Economics of Natural Resources and the Environment* (1989), estabeleceram um marco ao traçar paralelos entre visões restritas de desenvolvimento econômico sustentável e abordagens holísticas que conectam economia e ambiente (Pearce; Turner, p. 29). Antes, no entanto, o ideal de sustentabilidade era fragmentado, refletindo práticas isoladas, como o (re)+(cycling) e as tecnologias “fim de tubo” (*end-of-pipe technologies*), focadas exclusivamente na mitigação de danos no final dos processos produtivos. Essas abordagens não integravam economia e ecologia de maneira efetiva, limitando o alcance do desenvolvimento sustentável. A transição entre esses modelos é sintetizada no quadro a seguir.

Quadro 22 - Pensamento contemporâneo de EC sob a ótica de Pearce e Turner

Aspectos relevantes	“PRÉ – Pearce & Turner”	“PÓS – Pearce & Turner”
Visão sistêmica <i>* em detrimento das práticas isoladas da “loop economy”</i>	Conexão da economia cíclica, de circuito fechado à noção de circularidade com a necessidade de incorporar custos ambientais nos modelos econômicos.	Apropriação social de saberes, expansão de conhecimentos que resultam na apreensão da inovação (eco)tecnológica, responsabilidade social e <i>design</i> regenerativo.
Por uma visão sistêmica: parte I - “economia e meio ambiente”: de outra forma, a economia não parece ter um “teorema da existência” que nos permita ter certeza de que qualquer economia que criemos será ecologicamente sustentável. A única maneira de garantir essa sustentabilidade é assegurar que os modelos econômicos tenham condições de sustentabilidade incorporadas neles. (Pearce; Turner, 1989, p. 28, tradução nossa)		
Modelo econômico	<u>Ciclo econômico natural</u> (re)integração de resíduos como insumos no sistema econômico e integração economia-ecologia.	<u>Adaptação ao capitalismo sustentável*</u> (re)desenho ou design de sistemas produtivos e estratégias de mercado.
Ponderando sobre modelos econômicos: parte I - “economia e meio ambiente”: o ambiente natural sustenta a economia. Sustentar algo significa fazê-lo durar, mantê-lo em existência e garantir sua continuidade. Sustentar uma economia não significa apenas mantê-la em existência: pode ser relativamente simples ter uma economia duradoura na qual o padrão de vida declina ao longo do tempo. Poucas pessoas discordariam da ideia de que a economia precisa mudar ao longo do tempo para melhorar esse padrão de vida. A forma como definimos ‘padrão de vida’ é uma questão controversa. Evidentemente, não pode ser algo tão unidimensional quanto os valores materiais reais. (op. cit., p. 43, tradução nossa)		
Instrumentos econômicos <i>* incentivos fiscais</i> <i>**taxas sobre emissões</i>	<u>Alinhamento de economia e ecologia</u> (i) emissão de carbono (<i>carbon tax</i>) (ii) crédito de carbono (<i>cap & trade</i>) (iii) isenções fiscais para práticas sustentáveis*	<u>Descentralização do papel do estado e adaptação ao mercado capitalista*</u> Foco em estratégias voluntárias e marketing sustentável;
Refletindo sobre instrumentos econômicos: parte II: “economia da poluição”: os impostos sobre poluição têm muitas virtudes. Eles utilizam mecanismos de mercado ao cobrar um preço por serviços valiosos fornecidos pelo ambiente natural, que até então não tinham preço. Até certo ponto, eles ‘imitam’ o mercado, já que o imposto pode ser ajustado para refletir a crescente escassez desses serviços. Esses impostos possuem propriedades de otimalidade se os custos de danos e os custos de abatimento forem conhecidos e, mesmo que não sejam, possuem propriedades de menor custo (ou seja, ‘efetividade de custo’). Contudo, no mundo real, os impostos sobre poluição são a exceção, não a regra. (op. cit., p. 96-97, tradução nossa)		

Fonte: “*Economy and environment*” (Pearce; Turner, 1989) – adaptado pelo autor

Pearce e Turner (1989) identificaram três eixos nucleares que sustentam uma cosmovisão sistêmica no contexto da Economia Circular: (i) a dependência da economia dos recursos naturais – sem o suporte do meio ambiente, nenhuma economia é viável; (ii) a sustentabilidade para longevidade com qualidade – essencial para o bem-estar humano, contrariando a máxima do *Progresso Através do Caos Planejado* (Packard, 1960, p. 85); e, (iii) modelos econômicos não perenes, mas seus paradigmas podem ser sustentados mesmo com uma gradativa redução da qualidade de vida. Fato é que, a visão tradicional do planeta como uma mera coleção de recursos ou “capital natural” é limitadora e deve ser substituída por uma percepção mais ampla, que reconheça a Terra como um sistema rico e abundante, pois:

Para que humanos e a biosfera se tornem integrais, é preciso varrer a relevisão do planeta como uma variedade de “recursos” (ou “capital natural”, “serviços ecossistêmicos”, “paisagens funcionais” e assim por diante), em favor de uma visão mais cósmica e verdadeira da Terra como um planeta selvagem transbordando abundância e criatividade. (Crist, 2022, p. 57, tradução nossa).

Sobre os eixos nucleares, e para fomentar cosmovisão sistêmica, se observa:

1º Eixo – visão sistêmica: Pearce e Turner (*op. cit.*) criticaram a linearidade econômico-capitalista extrativista, baseada na lógica (extrair+produzir+consumir= descartar) – um modelo estagnado. Estratégias como reciclagem, reuso e remanufatura, embora tecnológicas, muitas vezes se limitam a soluções “fim de tubo”. A obsolescência programada acelera o ciclo de produção e consumo, retroalimentando a cadeia produtiva, mas sem fechar a conta (item 4.4.1). Quanto maior a população, maior o consumo e demanda por recursos ambientais. Sob essa lógica, o “desenvolvimento econômico sustentável” opera como estratégia do capital para reorganizar a natureza em função de suas demandas: “E se, em vez de pensar “capitalismo=economia”, nos perguntássemos se o “capitalismo” não é algo muito mais profundo?” (Moore, 2022, p. 139) – uma reflexão crucial, pois evidencia como o crescimento econômico reestrutura a natureza, impulsionado por ciência (C&T) e pesquisa (P&D).

2º Eixo – modelo econômico: Na relação Homem-Ecosfera, Pearce e Turner (*op. cit.*) apontaram que, (i) toda economia depende do ambiente, sendo inviável sem ele; (ii) sustentabilidade deve ir além da mera manutenção, exigindo reflexões críticas a longo prazo; (iii) mesmo economias ruins persistem no tempo, afetando padrões de vida e diferenciando “sobreviver” de “prosperar”; (iv) padrões de vida não são universais, envolvendo dimensões materiais, emocionais, econômicas e ambientais, demandando uma abordagem multidimensional, não apenas unidimensional focada em valores materiais.

3º Eixo – instrumentos econômicos: Pearce e Turner (*op. cit.*) destacaram a importância dos instrumentos econômicos para corrigir falhas sistêmicas e promover práticas sustentáveis, dentre eles: (i) impostos ambientais – que atribuem valor a serviços ambientais, e incentivando o uso responsável dos recursos; (ii) taxas sobre a poluição – que regulam o mercado ao precificar a escassez de serviços ambientais; e, (iii) instrumentos de emissões e créditos de carbono (*cap & trade*) – que buscam equilibrar custos ambientais e econômicos. Esses instrumentos dialogam com a transição inserida no contexto do Capitaloceno e Carbonoceno. No entanto, a complexidade das interações sistêmicas exige uma abordagem contemporânea, expressa pela equação: $[CTS(A) = (C\&T)+(P\&D)]$, onde o impacto ambiental poderia ser representado por emissões totais de GEE em: tCO₂e ou GtCO₂e. Neste aspecto, a (des)carbonização é um *input* essencial dessa equação, demandando balanceamento contínuo.

4.4.1 Instrumentos econômicos circulares - descarbonizar para viver?

A captura e negociação (*cap & trade*) de GEE representaria uma estratégia de disruptura (Sandford, 2019) ou apenas mais uma fuga antropocênica travestida de adequação circular? A precificação da descarbonização seria capaz de (re)equilibrar o binômio ambiente-economia ou apenas alimenta o mercado verde de permissões e créditos? Para compreender essa engenharia climática, é essencial distinguir as unidades utilizadas na contabilidade das emissões. A tCO₂ representa uma tonelada (10³ kg) de dióxido de carbono puro, enquanto a tCO₂e refere-se à tonelada de CO₂ equivalente – medida que inclui outros gases de efeito estufa (CH₄, N₂O, SF₆, entre outros), convertidos com base no seu potencial de aquecimento global. Da mesma forma, GtCO₂ e GtCO₂e correspondem a gigatoneladas (10⁹ toneladas) desses compostos, indicando volumes maciços que ilustram a escala crítica da crise climática.

Mecanismos como (i) cobrança pelo uso ou degradação de recursos naturais; (ii) incentivos financeiros para práticas ambientalmente responsáveis, (iii) sistemas de comercialização de direitos de poluir e, (iv) aplicação do princípio poluidor-pagador, representam uma adequação estratégica do capitalismo ao desenvolvimento *econômico* sustentável, buscando promover eficiência econômica, enquanto se alinham práticas produtivas aos objetivos de sustentabilidade, analisados de forma integrativa no item 5.2.

Uma harmonização pós-abissalista? Tais mecanismos foram formalizados na COP-03 (1997), e posteriormente reforçados nas COP-15 (2009), COP-21 (2015) e COP-27 (2022), visando uma justiça climática, onde países desenvolvidos seriam responsabilizados por danos ambientais e emissão de carbono. Por outro lado, nas COPs 15-21-27 emergiu o princípio de

responsabilidade mútua e recíproca (comuns, mas diferenciadas), buscando um equilíbrio entre justiça climática ou, talvez, (in)justiça ambiental. Contudo, Martínéz-Alier, ao discutir metabolismo social, ecologia política e conflitos de distribuição ecológica alertou que,

A resistência à injustiça socioambiental deu origem a muitas organizações de justiça ambiental (EJOS, na sigla em inglês) que pressionaram por transformações sociais alternativas e empregam um novo vocabulário de justiça ambiental, que inclui termo e frases como epidemiologia popular, zonas de sacrifício, justiça climática, justiça da água, soberania alimentar, biopirataria (...)” (Alier, 2021, p. 378)

A (in)justiça ambiental, intrinsicamente ligada ao crescimento e desenvolvimento, é permeada por estratégias históricas que, como destaca Ha-Joon Chang (2004), podem ser vistas como um “chutar a escada” – perpetuando a hegemonia de países desenvolvidos. Em uma perspectiva histórica, John Nash (1950) discutiu a lógica do ponto de equilíbrio na “soma zero”, sugerindo que o equilíbrio global permanece assimétrico, pois sustenta a manutenção dessas desigualdades. Diante das dinâmicas observadas nas COPs, surge a inquietação: estariam os países desenvolvidos moldando mecanismos que perpetuam essas diferenças, ao invés de promover justiça climática real?

4.4.1.1 Descarbonização do sistema-Terra: Circularidade econômica e limites teóricos

Na busca por uma harmonização pós-abissalista, a sustentabilidade ambiental proposta por Pearce e Turner (1989) e o equilíbrio entre economia e ambiente formam uma equação essencial à vida no sistema-Terra, que ganhou vulto em 1997, com os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), previstos no art. 12 do Protocolo de Kyoto (COP-3). A Decisão 7/CP.7, de 2001, definiu sua governança, consolidada no Acordo de Marrakesh (COP-7). Os MDL entraram em vigor na COP-11/CMP-1 (2005) e, em 2006, foram tecnicamente respaldados pelas Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, com fórmulas e fatores de emissão para cálculo de CO₂ por fonte energética.

Uma proposta de síntese da equação da vida (sustentável) é apresentada a seguir; no quadro 23, para os itens (1º) e (2º), será utilizada uma abordagem é hipotético-dedutiva com base na sistemática dos MDLs e apoio na cenarização prospectiva. Já o item (3º), de caráter indutivo, propõe uma equação da vida antropocênica sob a luz da interdisciplinaridade CTS(A); nesse caminho, a estrutura do quadro contempla: equação geral para o cálculo de créditos de carbono; aplicação prática em cenários de referência e de projeto, utilizando carvão como fonte primária, com base nas Diretrizes do IPCC (2006) e no AR6 – Grupos 1 e 2 (IPCC, 2021; 2022); e proposta de equação para calcular a vida sustentável no sistema-Terra.

Quadro 23 - CTS(A) e a equação da vida sustentável e descarbonizada

1º	CC= (AE_{baseline}-AE_{projeto}) × FE
CC = Créditos de carbono (CO₂e) – (tCO₂e)*; AE_(baseline) = atividade de emissões no cenário de referência ou “baseline” (ex.: energia consumida em MWh ou fósseis); AE_(projeto) = atividade de emissões no cenário do projeto (após implementação de medidas de redução de emissões); FE(fator de emissão) = converte as atividades de emissões equivalentes de CO₂e. *1. CO₂(e): equivalente: (≡ CO₂, CH₄, e; N₂O) *2. No cenário de referência (baseline), as emissões são calculadas considerando práticas atuais e padrões energéticos dominantes. No cenário de projeto, as emissões são reduzidas por meio de inovações, como a adoção de energia solar. A diferença entre ambos reflete o potencial de mitigação. *3. O fator de emissão (ex.: 0,9 tCO₂e/MWh) conecta o consumo de energia em <i>megawatt</i> hora às emissões de CO₂ equivalente. Assim, cada MWh de energia consumida gera uma quantidade proporcional de emissões, dependendo da fonte energética utilizada. Fonte: (i)	
2º	MDL (COP 03) & IPCC (2006; 2021; 2022) - ELEMENTO DE REFERÊNCIA CARVÃO
1. Cenário de Referência (AE_{baseline}) 1. Energia consumida em uma fábrica = 10.000MWh (ano) ≡ 10GWh 2. Fato de emissão^(a) do carvão (fonte energética)^(b) = 0,9 tCO₂e/MWh 3. AE_{baseline}^(c) = 10.000*0,9 = 9.000 tCO₂e (ano) ≡ 0,000009 GtCO₂e (ano)* *01 GtCO₂e = 1 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente. No exemplo, 0,000009 GtCO₂e corresponde a 9.000 tCO₂e. 2. Cenário do Projeto (AE_{projeto}) 1. Instalação de energia solar - fábrica consome 2.000MWh de rede (<i>on-grid</i>) e 8.000MWh (<i>off-grid</i>) de energia solar (renovável, com fator de emissão 0) – baseado nos 10.000MWh Cenário de Referência (AE_{baseline}) 2. AE_{projeto}^(d) = (2.000*0,9) + (8.000*0) = 1.800 tCO₂e (EQUIVALE) 0,0000018 GtCO₂e (ano)* 3. Cálculo para crédito de carbono: CC= (AE_{baseline}-AE_{projeto}) × FE 1.800.000 KtCO₂e ≡ 1.800 tCO₂e ≡ 0,0000018 GtCO₂e 3. Crédito de Carbono (CC) CC = (9.000-1.800) = 7200 tCO₂e ≡ 0,0000072 GtCO₂e ≡ 7.200 CC 1. Imagine uma fábrica que consome 10.000 MWh de energia por ano. Se todas as emissões fossem baseadas no carvão, teríamos 9.000 tCO₂e. Ao adotar energia solar, essas emissões caem para 1.800 tCO₂e. A diferença, 7.200 tCO₂e, gera os créditos de carbono como resultado da mitigação alcançada. 2. Cada crédito de carbono representa 1 tCO₂e mitigada. No exemplo, a diferença de 7.200 tCO₂e equivale a 7.200 créditos, que podem ser negociados em mercados de carbono. Fonte: (ii)	
3º	Uma equação CTS(A) para o cálculo da vida sustentável
{CTS(A) → [(C&T) + (P&D)] → [tCO₂e/MWh] ≡ [(7200 tCO₂e) ≡ (7.200)créditos]} = EC? A equação CTS(A) proposta conjectura como ciência, tecnologia e sociedade podem se alinhar para atingir a sustentabilidade. Créditos de carbono (CC) são apenas um elemento, mas demonstra como práticas econômicas circulares podem compensar emissões, enquanto a integração de fatores sociais e ambientais (S+A) ampliam o impacto para além do balanço CO₂e.	

Fonte: (i) Art. 12 do Protocolo de Kyoto (COP-03) e IPCC (2006); (ii) IPCC (2006; 2021; 2022), incluindo o Sexto Relatório de Avaliação – AR6, Grupos de Trabalho 1 e 2, cujas diretrizes e atualizações metodológicas embasam a contabilização e os impactos climáticos dos GEE; (a) *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006), que lista diretrizes para inventários e fatores padrão de emissão para combustíveis fósseis. O fator médio global para carvão é “0,9”, considerando a eficiência de usinas convencionais (Carbon Dashboard, 2024); (b) Variações nos fatores conforme a fonte energética, tipo de carvão (antracito, betuminoso, sub-betuminoso ou lignito) e tecnologias recentes (C&T + P&D); (c) Indústria de porte médio (EPE, 2023); (d) Cálculo estimativo: autoria própria com base em metodologia IPCC, WBO e programação de cálculo em *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

A equação proposta se entrelaça à trama espaço-temporal e ao “3º eixo” de Pearce e Turner (1989), articulando a dinâmica dos fluxos ambientais com os limites operacionais do sistema-Terra. O exemplo hipotético dos cenários de referência e projeto, baseado na métrica de 10.000 MWh/ano (indústria de médio porte, conforme EPE, 2023), demonstra como a substituição de fontes fósseis por energia renovável (fator de emissão 0,0) reduz efetivamente as emissões de CO₂. Nesse contexto o excedente de emissões evitadas torna-se objeto de mercantilização, estabelecendo as bases do mercado de créditos de carbono. Sob a ótica da teoria dos ciclos históricos (Palacios, 2001), o acúmulo de excedentes e o controle da oferta de créditos refletem uma forma esverdeada de apropriação dos bens comuns. Essa dinâmica remete às reflexões de Magalhães (1997, p. 23) sobre as decisões econômicas na era primitiva, quando o homem sedentário escolhia o que produzir e em que quantidade. *Hoje*, a coisificação e comodificação dos recursos naturais são corporificados por ideais sustentabilistas, mas inseridas na lógica econômica de mercados globais.

Projetos de reduções reais de emissões ($AE_{projeto}$) materializam o idealismo da EC, conforme Pearce e Turner (1989), promovendo, em tese, equilíbrio do binômico economia-ambiente. No tempo geológico-social-legal-ambiental, causa-efeito e Homem-Ecosfera seriam balizados pela métrica “tCO_{2e}/MWh”? Isso reforça a ideia de que crédito de carbono não é apenas uma medida econômica, mas uma constante ligada ao uso de recursos naturais.

A proposta de equação CTS(A), apresentada ao final do quadro (3º), integra *inputs* para o cálculo da vida antropocênica sustentável no sistema-Terra. Mais que um campo, CTS(A) é um conjunto ($\rightarrow$) de conhecimentos, uma abordagem integradora que conecta “+ciências, +tecnologias, +pesquisas e +desenvolvimento” (+C&T + P&D), como o objetivo de dimensionar, equacionar e quantificar impactos ambientais, além de fomentar a mitigação do uso de recursos naturais por meio de créditos de carbono (CC); a equivalência ($\equiv$) proposta busca equilíbrio entre humano, ambiente e economia.

Diante dessa perspectiva, surge a inquietação: sociedade e ambiente tornam-se tutelados por créditos de carbono - um pináculo evolutivo da ciência e novas tecnologias voltado ao bem-estar socioambiental? Mecanismos como *cap & trade* seriam apenas soluções paliativas do (pós)moderno, ou representariam uma fuga antropocênica do paradigma linear extrativista? A sustentabilidade sistêmico-antropocênica, que parece ser o objetivo prometeico da EC, levanta questionamentos sobre sua viabilidade prática.

Desde logo, a conta ambiental não fecha!

O quadro 23 antecipa os próximos passos, onde a cenarização prospectiva, com base no IPCC (1990; 2006; 2021; 2022), LULUF (2024), FAO (2022), IAE (2024) e “*Carbon dashboard*” (WBO, [2017]2024), evidenciarão os limites práticos enfrentados pela EC que culminam no saldo residual de CO₂ até 2050 (item 5.2) é factível afirmar que o ouroboros multiexistencial e milenar, baseado em ciclos históricos e na construção de realidades multifacetadas pelo humano, se concretiza na observação dos quadros acima em conjunto com a proposta de equação para vida sustentável (quadro 23, 3º item).

4.4.1.2 Projeções e déficits de emissões: Circularidade econômica e limites práticos

Cenarizações prospectivas alicerçam a discussão sobre projeções e *deficits*.

A IAE, balizada na métrica tCO₂e/MWh estabelecida pelo IPCC (2006), passou a tabular fatores de emissão para o carvão e outras fontes energéticas a partir de 2000. Somente em 2005, durante a COP-11/CMP1, com a entrada em vigor dos MDLs propostos na COP 03 (1997), foram apresentados dados sobre emissões totais do cenário de referência, dentre outras fontes, do carvão: o consumo de 37,7 Exajoules (EJ) resultava em emissões equivalente a 9,42 GtCO₂e (IAE, 2024).

A modernização de usinas e redução do fator de emissão de 0,9tCO₂e para 0,8tCO₂e possibilitaram diminuição de 1,05 GCO₂e de emissão; resultado que se tornou central para estruturação dos créditos de carbono (CC), conforme predição do art. 12 do Protocolo de Quioto (COP-03). O quadro abaixo evidencia os limites práticos enfrentados pela Economia Circular:

Quadro 24 - Emissões de CO₂ – cenário de referência: carvão - 2005 (vigência do MDL)

Conversão de Exajoules em megawatts hora	
1 Exajoule (EJ) = 277.777.778 MWh (megawatts)	
37,7 EJ = 10.466.666.667 MWh	
Cálculo de emissões totais	
Cálculo de emissões totais: fator de emissão do carvão (0,9 tCO ₂ e/MWh)	
Emissões totais: 10.466.666.667MWh * 0,9 tCO ₂ e/MWh = 9.420.000.000 tCO ₂ e	
Conversão de tCO ₂ e para GtCO ₂ e	
9.420.000.000 tCO ₂ e ≡ 9.42 GtCO ₂ e	
VALORES SEM PROJEÇÃO DE MDLs: O coeficiente (0,9) é uma constante	
Cálculo de emissões totais: fator de emissão (0,8) a depender de usinas modernizadas ou modernas	
Emissões totais: 10.466.666.667MWh * 0,8 tCO ₂ e/MWh = 8.373.333.333,6 tCO ₂ e	
VALORES sem PROJEÇÃO DE MDLs: O coeficiente (0,8) é uma constante	
Emissões totais CC _{baseline} & AE _{projeto}	
Sem Ae (projeto) (0,9) tCO ₂ e/MWh = 9.42 GtCO ₂ e	Com Ae (projeto) (0,8) tCO ₂ e/MWh = 8.73 GtCO ₂ e
Com AE(projeto) redução de 1,05 GtCO ₂ e	

Fonte: WBO ([2017]2024): *Carbon dashboard*- <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

Os cálculos quantificam as emissões evitadas e o impacto dos MDLs, mas revelam um limite estrutural: mesmo com uma redução de 1,05 GtCO₂, emissões remanescentes ainda são expressivas (8,73 GtCO₂e). Isso evidencia que, apesar da Economia Circular, o uso da matriz carvão é crítico, desdobrando-se em outras matrizes energéticas (ver quadro 26). Surge, então, a inquietação: seria suficiente reduzir fatores de emissão, diante do crescimento exponencial do consumo energético global (Syvitski, *et al.*, 2020, p. 02)? Nesse cenário, governança climática e mercado de carbono se tornariam elementos centrais, em conjunto com a circularidade econômica, para viabilizar soluções sustentáveis. A repercussão dessa afirmação é carecedora de críticas, decantadas no item 5.3.

Em 2005 (COP-11/CMP1), ano da vigência internacional do Protocolo de Quioto, o consumo global de 37,7 exajoules (EJ) de energia baseada no carvão resultou na emissão de 9,42 GtCO₂e no sistema-Terra. Sem AE_{projeto}, essas emissões representavam o impacto direto da matriz energética linear extrativista. Para contextualizar: 1 EJ equivale a 277.777.778 MWh, e o fator de emissão do carvão em 2005 era de 0,9 tCO₂e. Isso conecta diretamente a energia consumida às emissões de CO₂ equivalente. Esse cálculo remete ao alerta de Georgescu-Roegen ([1971]1995) sobre entropia: os processos econômicos inevitavelmente degradam recursos e energia, tornando insustentável, a longo prazo, a perpetuação de um modelo econômico linear.

O princípio poluidor-pagador, amplamente discutido nas COPs (03-15-21-27), expôs o custo acumulado das emissões históricas. Embora as realidades complexas do (pós)moderno antropocênico possam ser endereçadas ao azimuth 1950, conforme Steffen (*et al.*, 2011), ignorar antecedentes históricos da economia linear desde o séc. XVIII seria imprudente. As causas são conhecidas, e seus efeitos – cumulativos e persistentes – delimitam os limites práticos a serem enfrentados pela circularidade econômica. A transição para modelos “mais” sustentáveis esbarra não apenas nos desafios tecnológicos, mas também na lei da termodinâmica, que rege a degradação dos sistemas naturais. Diante disso, a seguir, são apresentados os antecedentes históricos.

Quadro 25 - Desenvolvimentismo econômico linear em emissões totais de CO₂

Regularidade das projeções de emissões com intervalos aproximados de 20 a 30 anos	População global estimada	Gtco ₂ e
(antes de 1750) e do início da revolução industrial à invenção da máquina a vapor por James Watt – <i>footprints</i>	~791 milhões	1
1750-1781: 31 anos de emissões; do uso crescente do carvão à introdução do conceito de efeito estufa: Forrier (1824)	~850 milhões	15
1781-1824: 43 anos de emissões; das descobertas científicas iniciais à consolidação da 2ª etapa da revolução industrial.	~1 bilhão	50
1824-1850: 26 anos de emissões; momento em que Tydell (1861) realiza experimentos para identificar gases GEE – CO ₂ ; transição da era do aço à introdução de novas fontes de energia: petróleo, gás natural.	~1.2 bilhão	120

1850-1880: 30 anos de emissões: momento em que Arrhenius (1896) desenvolveu primeiro modelo quantitativo do efeito estufa; início do fordismo e produção em massa.	~1.5 bilhão	220
1880-1908: 28 anos de emissões: cadeia de produção em massa, fordismo;	~1.7 bilhão	305
1908-1950: 42 anos de emissões: início da era atômica (1945); revolução tecnológica; surgimento de megacidades no consumo energético e emissões; do fordismo à grande aceleração: explosão tecnológica e populacional.	~2.5 bilhões	685
1950-1970: 20 anos de emissões: grande aceleração; era da informação; produção em larga escala de eletrônicos; início da globalização – TDI's; Clube De Roma (1968).	~3.7 bilhão	990
1970-1990: 20 anos de emissões: do avanço das tecnologias ao surgimento de preocupações climáticas globais; Meadows e Estocolmo (1972); Furtado (1974); Brundtland (1987).	~5.3 bilhões	1465
1990-2000: 10 anos de emissões: aceleração no crescimento das emissões e primeiras ações climáticas formais; cúpula do clima (1992); 1º relatório do IPCC-FAR (1990) sobre concentrações de GEE; pacto global e objetivos mundiais de desenvolvimento (OMD) (ONU, 2000); COPS 01 a 06.	~6.1 bilhões	2000
Somatória total das emissões históricas		6851 gtc _{02e}
2000-2024: 24 anos de emissões: continuidade na aceleração do crescimento; ações climáticas formais, objetivos de desenvolvimento do milênio (ODM; ONU, 2000); objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS; ONU, 2015); COPS 07 a 29	~8,2 bilhões	7024,02 gtc _{02e}

Fonte: (i) Atlas global de emissões; (ii) OWID (2024); (iii) UN DESA. *World Population Prospects*, 2012 Review; (iv) Cálculo Estimatório e autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021).

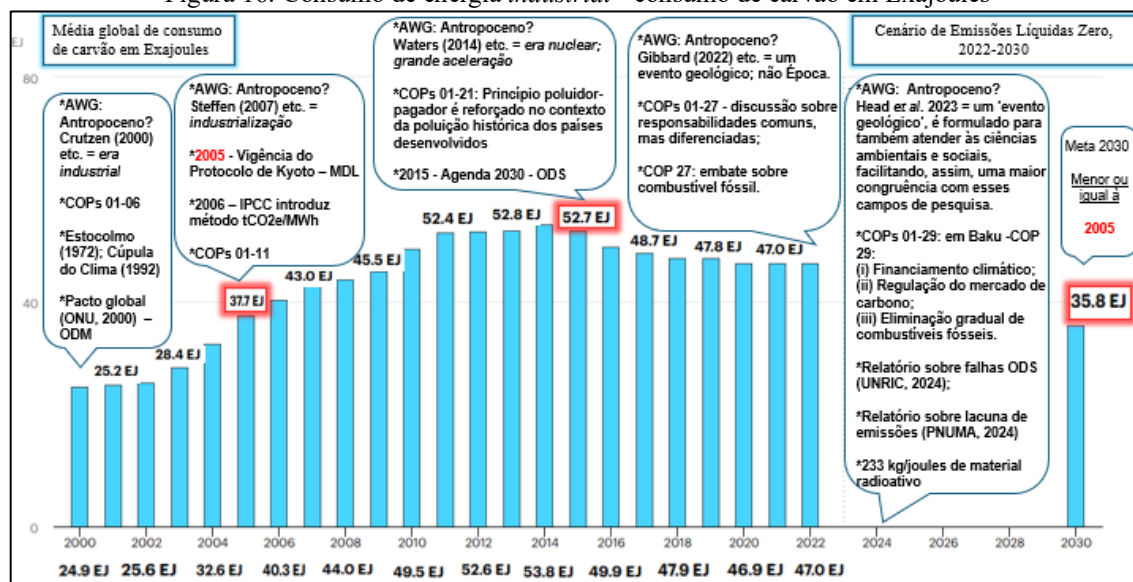
O quadro acima considera emissões totais, englobando tanto as provenientes de combustíveis fósseis quanto o uso e alteração da terra e florestas, sumidouros naturais para CO₂. Essas emissões foram analisadas em períodos distintos, destacando o *input* GtCO₂e como métrica central no cálculo da vida (antropocênica) no sistema-Terra.

Em 2005, com o vigor do Protocolo de Quioto, o setor energético registrou 9,42 GtCO₂e, apenas pelo uso do carvão, como dito anteriormente, evidenciando o impacto de uma matriz energética fossilizada. Ora, trata-se de uma ignorância consentida, pois: em 1972, Meadows já alertava para os limites do crescimento; nesse caminho, nas décadas de 1970-80, ecodesenvolvimento tornou-se verbo intransitivo; e a partir de 1987, desenvolvimento sustentável passou a ser palavra de ordem. Então, o que, de fato, está se buscando sustentar?

Nesse cenário, o “Pós-Pearce & Turner” (quadro 22) configura-se como um marco teórico crítico, reavaliando o uso do carvão e outros recursos naturais primários no desenvolvimento econômico linear. O crescimento do consumo de carvão reflete não apenas uma dependência histórica de combustíveis fósseis, mas também o desafio de transição para modelos econômicos cíclicos ou sistemas fechados, que busquem alinhar economia, ambiente e redução de emissões.

O discurso sobre responsabilidades mútuas e recíprocas – ou responsabilidades comuns, porém diferenciadas – transcende a relação do Norte-Sul Global, ultrapassando a dicotomia desenvolvimentista, no consumo de energia:

Figura 16: Consumo de energia *industrial* - consumo de carvão em Exajoules



Fonte: IAE (2024) - <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/industrial-energy-consumption-by-fuel-in-the-net-zero-scenario-2000-2030>; adaptado pelo autor.

Mesmo diante o quadro acima, o desenvolvimento *econômico* sustentável e ideais sustentabilistas mascaram desigualdades estruturais. Seria a conexão entre ambiente e economia, promovida pela circularidade econômica contemporânea, uma adequação estratégica do capitalismo antropocênico?

A figura 16 (IAE, 2024) expõe o consumo histórico de carvão em exajoules (EJ) e suas respectivas emissões: em 2000, 24,9 EJ $\equiv$ 6,23 GtCO₂e; em 2005 – vigor do Protocolo de Kyoto, 37,7 EJ $\equiv$ 9,42 GtCO₂e; em 2022, 47,0 EJ $\equiv$ 11,7 GtCO₂e, e; projeções para 2030, 35,8 EJ $\equiv$ 8,94 GtCO₂e. Embora a redução projetada para 2030 pareça um retorno ao patamar de 2005, o período entre 2000-2022 acumulou 103,32 GtCO₂e, apenas pelo uso do carvão. Dessa forma, a tentativa de transição para uma economia mais sustentável pode ser vista como um ouroboros multiexistencial, não mais linear, mas uma (re)configuração estratégica da circularidade econômica, que mantém a lógica extrativista sem ruptura efetiva.

Responder adequadamente a essa questão exige uma cosmovisão ancorada na trama espaço-temporal, pois a aritmética da vida no sistema-Terra torna-se evidente, e poderia ser integrada, num exercício abstrativo, aos seguintes *inputs*: {[crescimento populacional)] + [(*footprints*)] + [(extrativismo linear)] + [(capitalismo)] + [(crescimento + desenvolvimento + progresso)] + [(+ciência+ tecnologia +riqueza = bem-estar)] $\equiv$ [CTS(A) = (S+A) + (C&T) + (P&D)] = [(tCO₂e/MWh)]}.

O balanceamento dessa equação sugere um modelo ideal de sustentabilidade *econômica* (Stahel, 1976; 1981; 2006) e sustentabilidade *ambiental* (Pearce; Turner, 1989). No entanto, balancear o equacionamento da vida, ainda permanece uma meta distante. Como aponta Morin([2017]2020, p. 72): “os seres revelam o melhor ou o pior de si mesmos em períodos de crise, conflito, catástrofe”, sendo certo afirmar que cada *input* da equação sofre tensões isoladas, mas que somadas, dificultam uma equalização.

A figura 16 destaca o carvão como matriz energética de referência; no entanto, no século XXI, humanos diversificaram fontes de energia, embora ainda dependentes de combustíveis fósseis. Segundo a IAE (2024), é essencial expandir a análise para incluir outras matrizes energéticas, aplicando o cálculo de emissões de dióxido de carbono (tCO₂e/MWh), conforme parâmetros metodológicos do IPCC (2006; 2021; 2022). Seguindo esse padrão para os anos 2000; 2005; 2022 e projeções para 2030, identificam-se tendências relevantes que antecipam uma transição energética em curso:

Quadro: 26 - Consumo global de energia por indústrias em exajoules

ANO	ÓLEO	GÁS	ELETRICIDADE	CALOR ÚTIL GERADO	BIOENERGIA	HIDROGÊNIO	ENERGIA SOLAR TÉRMICA E GEOTERMAL
FATOR	~0,8	~0,4	~0,45	(i) carvão ~0,9 (ii) gás ~0,4 (iii) biomassa ~0,02 a 0,1 *	~0,02–0,1	~0	(i)solar térmica: ~0 * * em operação (ii)geotérmica: ~0,1 a 0,2 * * pequenas emissões ligadas ao processo
TCO₂E/MWH				* renovável com ciclo fechado de carbono.			
2000	24,3	20,5	19,4	4,2	7,0	X	X
2005	26,7	21,0	21,0	4,8	7,8	X	X
2022	32,3	29,8	29,8	7,3	7,3	X	X
2030	33,1	27,1	27,1	4,9	4,9	1,0	1,4

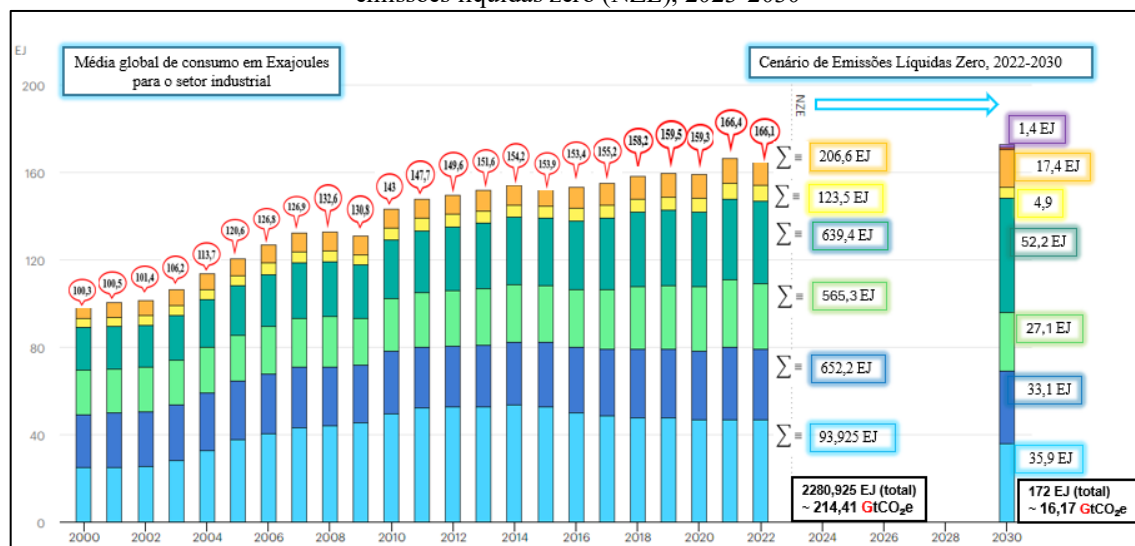
Fonte: IPCC (2006; 2021; 2022); IAE (2024) – adaptado pelo autor.

Em 2022, as emissões setoriais de energia industrial foram dominadas por óleo (7,18 GtCO₂e), seguido por gás (3,31 GtCO₂e), eletricidade (3,66 GtCO₂e), e calor útil gerado (2,94 GtCO₂e), enquanto bioenergia e energia solar/geotérmica tiveram impactos menores, 1,4 GtCO₂e. Entre 2000 e 2022, o consumo de energia industrial resultou em aproximadamente 214,41 GtCO₂e de emissões. Os MDLs introduzidos na COP-03 (1997) e vigentes desde a COP-11/CMP1(2005), tem como meta alcançar emissões líquidas zero (NZE), apoiando-se em AE_{projeto}.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade de ciência e tecnologia permitiu a criação de métricas como o *Global Warming Potential* (GWP), que quantifica o impacto dos GEE em relação ao CO₂; nesse caminho: [CO₂ = (*1,0); CH₄ = (*28); N₂O = (*265)]. O metano (CH₄) aquece 28 vezes mais que o 1 tonelada de CO₂ direto, e o óxido nitroso (N₂O) composto por

outros gases industriais (CFCs, PFCs e SF₆ – hexafluoreto de enxofre) aquece 265,0 vezes mais. Dito de outra forma: 1 tonelada de CO₂ misturada em proporções médias de CH₄ e N₂O resulta em aproximadamente 77 toneladas de CO₂e. As conversões de $[(tCO_2) = x \cdot 10^3]$ para $[(GtCO_2e) = x \cdot 10^9]$ tornaram-se padrão na avaliação de impactos climáticos e reforçam a tentativa de balanceamento da equação $[(C\&T) + (P\&D) = (S+A)]$. Ademais, se a transição energética protagoniza cenarizações, o consumo de energia industrial deve ser sopesado, nesse cenário:

Figura 17 - Consumo de energia industrial por tipo de combustível 2000-2022 e Projeção de cenário de emissões líquidas zero (NZE), 2023-2030



Fonte: (i) IAE (2024); (ii) IPCC (2006), traduzido e adaptado; (iii) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO.

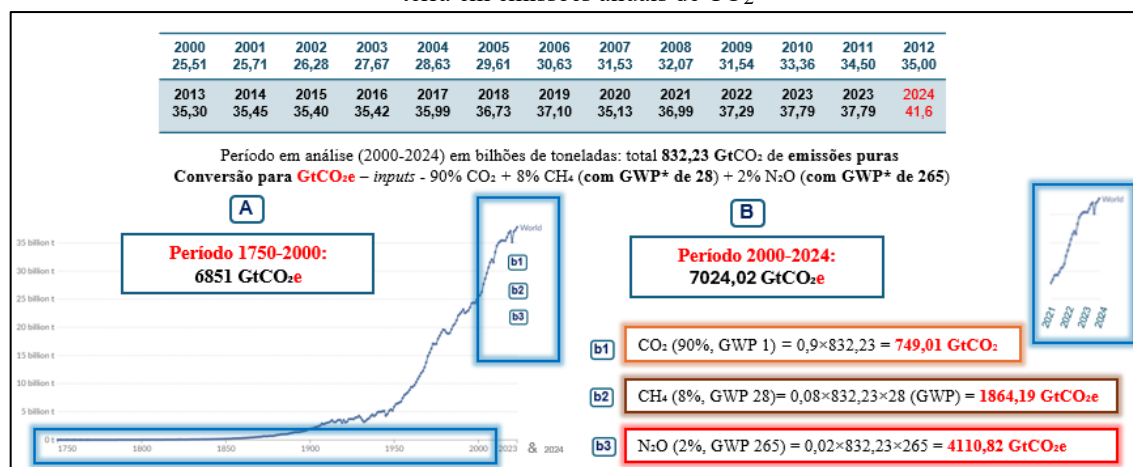
A redução projetada para 2030 sugere uma leve queda no uso de gás (3,01 GtCO₂e) e eletricidade (3,39 GtCO₂e), mas o consumo de óleo permanece elevado (7,36 GtCO₂e). Diante disso, cabe a reflexão: a descarbonização do sistema-Terra é realmente plausível ou trata-se de mais uma estratégia de adaptação antropocênica (Sandford, 2019)? O Prometeu (humano), em tese, cauteloso rompeu com sua lógica predatória ou apenas ajustou seu modelo de apropriação do sistema-mundo?

A semente reflexiva de Pearce e Turner (1989) sobre instrumentos econômicos para EC se desdobra na teia espaço-temporal, permitindo contemplar a geolocalização do humano no *evento* Antropoceno. *Footprints* desde 1750 desvelam emissões totais de 6851 GtCO₂e (quadro 25), enquanto 7024,02 GtCO₂e foram consolidados nos últimos 23 anos (2000-2023) evidenciando discrepâncias temporais e *déficits* projetados.

No entanto, o desafio não é técnico, mas ético. Desde Estocolmo (1972) ou, ao menos, desde a COP-01 (1995), era esperado que a interdisciplinaridade CTS(A) revertisse o tripé tomar-fazer-descartar. Mas a ignorância consentida perpetuou o extrativismo linear. Assim surge a provocação: estaríamos diante de um (eco)capitalismo ético ou apenas uma nova

adequação do modelo vigente? Seria a concretização de um antropocídio ou ecocídio diante a destruição em larga escala de ecossistemas?

Figura 18: A intrepidez humana em dados: uso de combustíveis fósseis e indústria, sem contabilização do uso da terra em emissões anuais de CO₂



Fonte: (A) Atlas global de emissões para contabilização de CO₂e no período 1750-2000; (B): (i) OWID (2024); (ii) GWP – potencial de aquecimento global: IPCC (1990), AR 6, Grupo I (IPCC, 2021) e AR6, Grupo II (IPCC, 2022) para conversão de CO₂ para CO₂e no período 2000-2024; (iii) (b1), (b2) e (b3) resultados da conversão de CO₂ para CO₂e. (C) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo Python (Mehta; Yadav, 2021)

Esperança é uma essência humana, que, segundo Paulo Freire (2014, p. 91) representa uma atitude ativa e criativa, distinta do ato passivo de esperar. A figura acima evidencia crescimento econômico e emissões totais massivas como pano de fundo. Esse crescimento será discutido a contento, sob duas perspectivas: (i) *com* MDLs e (ii) *sem* MDLs que resultará em projeções alarmantes (quadros 29 e 30). Nesse caminho, Pearce e Turner (1989) destacaram a função ambiental dos recursos naturais, introduzindo a ideia de *environmental services* (*op. cit.*, p. 226), onde o meio ambiente absorveria resíduos como CO₂. Essa visão se tornou central na EC contemporânea, fundamentando um *ethos* ambiental, mas até que ponto esse modelo representa verdadeira ruptura com o passado?

Uma ética ambiental antropocêntrica (referindo-se a um conjunto abrangente e coerente de princípios, obrigações e valores) reconheceria toda a gama de valores instrumentais (uso, opção e valor de existência) na natureza. Ela também poderia ser ampliada para abranger a noção de equidade intergeracional e, talvez, até a existência de interesses morais mantidos por seres não-humanos, mas potencialmente conscientes (conhecida como a 'visão de direitos ampliados'). (Pearce; Turner, 1989, p. 231, tradução nossa).

A ética ambiental fundamenta valores filosóficos, enquanto o *ethos* ambiental e a “ciência em ação” (Latour, 1997) os traduzem em práticas cotidianas e científicas. Nessa transição da teoria à prática, os sumidouros de carbono foram institucionalizados na Rio-92 como mecanismos de remoção de GEE atmosférico, transformando biomas em protagonistas de esperança. Popularizados pelo IPCC (1990), esses instrumentos tornaram-se pilares da

mitigação climática, conectando teorias disruptivas à ação concreta. Se EC introduziu instrumentos econômicos como mecanismos sustentabilistas, a descarbonização se tornou o “fio de Ariadne” para uma fuga do labirinto antropocênico.

Compreender os limites dos serviços ambientais é essencial para avaliar sua real eficácia; nesse caminho serão observados a seguir os “serviços ambientais” e respectivos ciclos de captura de carbono:

(i) Florestas: Segundo os relatórios *Cross-chapter paper 7: Tropical forests* (IPCC, 2022), “O Estado das Florestas no Mundo” (FAO/WFO, 2022) e LULUF (UNFCCC, 2014) que abordam detalhamento das florestas e ciclo de captura de carbono (*carbon sink*). Os biomas florestais desempenham um papel crucial no sequestro de CO₂ e as estimativas anuais de captura são: (i) floresta amazônica: 1 a 2 GtCO₂/ano; (ii) a bacia do Congo: 0,6 a 1,1 GtCO₂/ano; (iii) florestas tropicais do sudeste asiático: 0,4 a 0,8 GtCO₂/ano; (iv) florestas boreais (Rússia, Canadá, Alasca e Escandinávia): 0,5 a 1 GtCO₂/ano. A soma desses biomas florestais totaliza 7,6 GtCO₂/ano de sequestro de carbono, sem considerar decaimento (IPCC; FAO, 2022).

(ii) Oceanos: Segundo os relatórios “Relatório Especial sobre o Oceano e a Criosfera em um clima em mudança” (IPCC, 2019), o “Relatório sobre a Saúde dos Oceanos e a Gestão do Carbono Azul” (FAO/WFO, 2022) e o “Relatório Global sobre o Oceano: absorção de CO₂ e acidificação oceânica” (PNUMA, 2020). Os oceanos desempenham um papel essencial no ciclo global do carbono e as estimativas anuais de captura são: (i) Oceano Atlântico: 3,68 GtCO₂/ano; (ii) Oceano Pacífico: 2,76 GtCO₂/ano; (iii) oceano Índico: 1,84 GtCO₂/ano; (iv) Oceano Antártico: 0,65-0,92 GtCO₂/ano; (v) Oceano Ártico: 0,28 GtCO₂/ano. A soma desses biomas marinhos totaliza 9,34 GtCO₂/ano de sequestro de carbono, sem considerar decaimento (IPCC, 2019; FAO, 2022; PNUMA, 2020).

(iii) Solo: De acordo com os relatórios *Climate change and land* (IPCC, 2019), “Colocando o carbono de volta onde ele pertence” (PNUMA, 2021), “Relatório global sobre o solo” (FAO/WFO, 2022) e LULUF (2024). Os solos atuam como importantes sumidouros de CO₂ e as estimativas anuais de absorção são: (i) Américas do norte, central e sul: 2,76 GtCO₂/ano; (ii) Euroásia: 3,22 GtCO₂/ano; (iii) Oceania: 0,92 GtCO₂/ano; (iv) África: de 1,84 GtCO₂/ano; (v) Antártida: <0,05 GtCO₂/ano. A soma desses sumidouros terrestres totaliza 8,79 GtCO₂/ano, sem considerar decaimento (IPCC, 2019; PNUMA, 2021; FAO, 2022; LULUF, 2024).

As estimativas anteriores referem-se a GtCO₂ (carbono direto). No entanto, como observado (*fig. 18*), a métrica utilizada é GtCO₂e (carbono equivalente), e o impacto relativo

de outros gases no aquecimento global (GWP – *Global Warming Potential*): metano (CH₃) ~28 a 34 vezes mais potente que o CO₂ e óxido nitroso (N₂O) ~265 a 298 vezes. Desta forma, com base no IPCC (2006; 2021; 2022) e LULUF (2024), a absorção total dos sumidouros naturais pode ser apresentada como:

Quadro 27 - Cálculo e estimativa da absorção anual de GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) por florestas, oceanos e solos, convertida em GtCO₂e com base no GWP

florestas: 90% CO ₂ - 8% CH ₄ - 2% N ₂ O	CO ₂ : $7,6 \times 0,9 \times 1^a = 6,84$	$\Sigma = 64,14$
	CH ₄ : $7,6 \times 0,08 \times 28^b = 17,024$	
	N ₂ O: $7,6 \times 0,02 \times 265^c = 40,304$	
oceanos: 95% CO ₂ - 4% CH ₄ - 1% N ₂ O	CO ₂ : $9,34 \times 0,95 \times 1 = 8,87$	$\Sigma = 44,08$
	CH ₄ : $9,34 \times 0,04 \times 28 = 10,45$	
	N ₂ O: $9,34 \times 0,01 \times 265 = 2,47$	
solo: 85% CO ₂ - 10% CH ₄ - 5% N ₂ O	CO ₂ : $8,79 \times 0,85 \times 1 = 7,45$	$\Sigma = 148,51$
	CH ₄ : $8,79 \times 0,10 \times 28 = 24,62$	
	N ₂ O: $8,79 \times 0,05 \times 265 = 116,46$	
Constante anual de absorção por sumidouros naturais		256,73 GtCO₂e

Fonte: (i) LULUF (2024) e IPCC (1990; 2021; 2022) considerando o GWP como fator multiplicador para GtCO₂e; (ii) fatores de multiplicação; (a) (1,0) para CO₂; (b) (28,0) para CH₄; (c) (265,0) para N₂O - constantes para conversão de CO₂ em CO₂e; (iii) Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

Em condições ideais e sem degradação, os sumidouros teriam um potencial de 7701,90 GtCO₂e no período 2000-2030, considerando uma taxa constante de 256,73 GtCO₂e/ano. Esse volume teórico poderia equilibrar as emissões históricas e atuais, indicando uma possibilidade de neutralização. Da mesma forma, se a contagem fosse iniciada na COP-01 (1995), o equilíbrio seria alcançado. No entanto, relatórios do IPCC (AR6, Grupo 1, 2021; AR6, Grupo 2, 2022) e LULUF (2024) demonstram a perda de eficiência dos sumidouros naturais devido a um decaimento acumulativo de 3% ao ano, consequência de fatores como “globalização, crescimento populacional, desenvolvimento econômico e social, exploração e escassez de recursos naturais, mudanças climáticas e urbanização” (Pereira, 2015, p. 194). Esse *déficit* progressivo compromete a capacidade de absorção de GEE, tornando inviável o balanço climático apenas por meio dos sumidouros. Certo é que, os cálculos seguem as métricas de conversão para GtCO₂e com base no *Global Warming Potential* (GWP) dos gases CO₂-CH₄-N₂O; fundamentando-se nos relatórios do IPCC(2021, 2022) e LULUF (2024).

Para o período 1750-2024, os sumidouros naturais deveriam absorver um total de 13.679,43 GtCO₂e; entretanto, devido ao decaimento acumulativo de 3% ao ano, a absorção real se reduz para 4.784,94 GtCO₂e; nesse caminho, é observado um saldo negativo de - 9.091,08 GtCO₂e (quadro 28). A persistência do CO₂ na atmosfera compromete ainda mais o equilíbrio natural do sistema-Terra, uma vez que 50% dos GEE são absorvidas em 30 anos, mas 20% podem permanecer por milênios (IPCC, AR6, Grupo 1, 2021). No mesmo sentido, Archer (2005, p. 05, tradução nossa) alerta que o “ciclo de carbono da biosfera levará muito tempo para

neutralizar e sequestrar completamente o CO₂ antropogênico”, evidenciando o caráter acumulativo da crise climática.

Diante desse cenário, a sustentabilidade do sistema-mundo está comprometida, exigindo revisão dos mecanismos econômicos e ambientais. O modelo linear de desenvolvimento baseado em “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar” (Bazzo *et al.*, 2003, p. 120-121) revelou-se uma equação insustentável. O equilíbrio entre *caos à ordem*, reflete um paradoxo: os eventos (im)previsíveis da modernidade que ladeiam a teoria do caos (Lorenz, 1993; Gleik, 1987; Boff, 2021) exigem rupturas estruturais na economia e no pensamento ambiental.

Quadro 28 - Balanço ajustado com permanência de CO₂e na atmosfera

Período	Emissões totais (gtCO2e)	Absorção total sem decaimento (gtCO2e)	Absorção com decaimento cumulativo de CO2 3% ao ano	Saldo (GtCO2e)
1750-2000	6851	8535,45	1139,90	- 5711,10
2000-2024	7024,02	5125,98	3643,04	- 3380,98
1750-2024	13.874,02	13.679,43	4782,94	- 9091,08

Fórmulas para Cálculo de Emissões Residuais			
1. Cálculo da Absorção Total sem Decaimento: A absorção total sem decaimento é a soma da taxa de absorção anual multiplicada pelo número de anos considerados.			
$A_{total}=A_0 \times t$			
Onde:			
A_{total} = Absorção total sem decaimento (GtCO ₂ e)	A_0 = Taxa de absorção anual inicial (GtCO ₂ e/ano)	t = Número de anos no período considerado	

2. Cálculo da Absorção com Decaimento de 3% ao Ano: A absorção total com decaimento anual de 3% segue a fórmula de soma de uma progressão geométrica finita:			
$A_{total} = \sum_{n=0}^{t-1} \rightarrow (1 - r)^n$			
$A_{total} = A_0 \times \frac{1 - (1-r)^n}{r}$			
Onde:			
A_{total} = Absorção total com decaimento acumulativo (GtCO ₂ e)	A_0 = Taxa de absorção anual inicial (GtCO ₂ e/ano)	r = Taxa de decaimento anual (0,03 = 3%)	t = Número de anos no período considerado

3. Cálculo do Saldo de Carbono Persistente Residual: O saldo final de carbono persistente residual é a diferença entre as emissões totais e a absorção pelos sumidouros naturais:			
$S_{total} = E_{total} - A_{total}$			
Onde:			
S_{total} = Saldo final de carbono persistente residual (GtCO ₂ e)	E_{total} = Emissões totais (GtCO ₂ e)		A_{total} = Absorção total dos sumidouros (com ou sem decaimento) (GtCO ₂ e)

Fonte: Dados de emissões e absorção: IPCC (AR6, 2021); projeção de crescimento: Banco Mundial (WBO, 2024); Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

Summerhayes (*et al.*, 2018, p. 200) alertaram que “se emissões não cessarem, o aquecimento do Antropoceno provavelmente continuará, (...) por pelo menos 100.000 anos até

que as condições “normais” sejam retomadas”. Como afirmado anteriormente: A conta ambiental não fecha! No entanto, as externalidades ambientais negativas (Pigou, [1920]1932 - item 3.3.2.1) já eram *inputs* no debate sobre economias cíclicas (Boulding, [1966]1968), economia em *loop* e *performance* (Stahel, 1977;1981;2006) e a circularidade econômica de Pearce e Turner (1989). Contudo, mesmo diante esse construto, os limites práticos dessas abordagens conduzem a um *Sandbox* epistêmico sobre circularidade econômica no *hoje*.

4.5 Economia circular: *Sandbox* epistêmico sob a ótica CTS(A)

Sousa (2022, p. 13) afirma que “As leituras de mundo são feitas a partir de um padrão de encaixe, num tempo em que a principal característica da humanidade é o desencaixe.” O acúmulo de 9091,08 GtCO_{2e}, reflete esse desencaixe, expondo os desafios da circularidade econômica.

No presente, justiça climática e justiça ambiental oscilam entre discursos de desigualdade, onde o princípio do poluidor-pagador (COPs 03, 15, 24, 27) e a responsabilidade mútua e recíproca (COPs 15, 21, 27) duelam, diante as assimetrias histórico-ambientais, entre Norte e Sul Global e o abissalismo destes. Seria a métrica GtCO_{2e} uma matriz unificadora para equidade e equilíbrio no sistema-Terra?

A evolução do *design* industrial, pautado na obsolescência planejada (Packard, 1960, p. 46) expandiu-se para funcionalismo econômico com narrativas mais complexas, mesclando estética, ética e sustentabilidade. Nesse caminho, do pensamento cíclico (Boulding, *op. cit.*) à economia em *loop* e de *performance* (Stahel, 1976; 2006), passando pela economia sistêmica de Pearce e Turner (1989) e chegando ao *design* regenerativo de Bill Reed (1995) e o *design* biomimético de Janine Benyos (1997), percebe-se um movimento integrador, onde economia, *design* e paradigmas interconectados formam diferentes camadas – uma matrioska epistemológica.

Latour ([2008]2014), ao propor um “Prometeu (cauteloso)”, enfatizava que nada se cria do nada (*ex nihilo*): o *design* é sempre um (re)desenho, uma (re)elaboração crítica que incorpora interdependências humanas e não humanas. Essa ideia se alinha a máxima de Lavoisier (1743-1794) “na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma. Tal panorama coloca o *design* como um mediador de novos paradigmas, atuando não apenas como instrumento técnico, mas como linguagem (eco)ético-estética capaz de provocar uma ruptura antropocênica (Sandford, 2019) e de apontar caminhos para uma fuga do labirinto tecnosférico carbonizado, onde, forma se reconcilia com cuidado e coevolução (Berry, 1991) (re)encontra o planeta.

4.5.1. No interior das “matrioskas”: design entre tempos e paradigmas

Cada camada da matrioska temporal do *design* conecta Geolocalização, Antropoceno e Economia Circular, integrando ciência e tecnologia. Esse entrelaçamento fundamenta três eixos nucleares de *design*: (i) sustentável, (ii) biomimético e (iii) regenerativo, todos influenciados por +ciência= +tecnologia= +bem-estar, sob a ótica social-ambiental e alinhados à equalização da equação (quadro 23).

Latour ([2008]2014, p. 04-08) destaca cinco vantagens essenciais do *design*: (i) humildade, pois evita a arrogância da “construção” e valoriza o aprimoramento existente; (ii) atenção aos detalhes, priorizando habilidade e zelo em vez de mudanças abruptas; (iii) (re)significação, atribuindo novos significados aos artefatos, afastando-os da visão modernista de objetos como meras questões de fato; (iv) (re)*design*, que aprimora e adapta em vez de criar do nada; (v) dimensão ética, levando à indagação “Este é um bom *design*?”, conectando política, ética e sustentabilidade. Talvez o Prometeu (Cauteloso) latouriano orbite o utopianismo malthusiano (1964).

Entretanto, autores como Victor Papanek (1971), em *Design for the real world*, já enfatizavam o papel social e ecológico do *design*. Ezio Manzini (2015) e Janine Benyus (1997) ampliaram essa visão ao integrar inovação social e biomimética. Bruce Mau (2004) e John Thackara (2005) ressaltaram o potencial do *design* para enfrentar desafios globais, conciliando criatividade e responsabilidade. Don Norman (1988) destacou a experiência do usuário, enquanto William McDonough e Michael Braungart (2002) introduziram Economia Circular com o conceito “berço ao berço”. Bill Reed (2007), foi além, propondo o *design* regenerativo, que não apenas sustenta, mas restaura sistemas naturais. Juntos, esses pensadores demonstram como o *design* pode ser uma ferramenta estratégica para a inovação, resiliência e transformação socioambiental.

4.5.1.1. Design sustentável: Do berço ao berço sob o enfoque CTS(A)

O conceito *Cradle to Cradle* (C2C), desenvolvido por Bill McDonough e Michael Braungart (2002), propõe um novo paradigma para o “*design*” sustentável, alinhado à filosofia de eficácia de manejo e à visão de sistema fechados de Boulding ([1966]1968). C2C busca, em tese, eliminar resíduos e reduzir externalidades ambientais negativas, tal como Pigou já discutia em 1920, ao considerar todos os materiais como nutrientes “técnicos e biológicos” (McDonough; Braungart, 2002, pp. 105 e 109, tradução nossa), projetando produtos que possam ser recuperados e reutilizados.

Contrastando com a linearidade econômica *Cradle-to-Grave* (C2G), o C2C é oposto à lógica do retirar-usar-descartar, promovendo um metabolismo socioeconômico sustentável. Sua proposta dialoga com Stahel (*op. cit.*) e Pearce e Turner (*op. cit.*), ampliando a apropriação social de saberes sustentabilista. No capítulo III de *Cradle to Cradle* McDonough e Braungart (2002) avançam da (eco)eficiência para a (eco)eficácia, um (re)desenho fundamental dos fluxos de materiais, que fomenta a *Net Zero Emission* (NZE), conforme discutido no item anterior.

A ecoeficácia vai além das abordagens de emissão zero, concentrando-se no desenvolvimento de produtos e sistemas industriais que mantêm ou aprimoram a qualidade e a produtividade dos materiais através dos ciclos de vida subsequentes. O conceito de ecoeficiência também aborda as principais deficiências das abordagens de ecoeficiência: sua incapacidade de atender à necessidade de redesenho fundamental dos fluxos de materiais, seu antagonismo inerente ao crescimento econômico e à inovação a longo prazo e sua insuficiência no tratamento de problemas de toxicidade. (*op. cit.*, p. 67, tradução nossa).

A avaliação de deficiências na construção de modelos metabólicos técnico-biológicos apoia-se no (re)desenho de fluxos de materiais e (eco)inovações científico-tecnológicas a longo prazo. O *tempo*, é o elemento central para (eco)eficácia, pois ressignificar estruturas (*frameworks*), reflete uma cosmovisão sistêmica (Pearce; Turner, 1989) compatível com as realidades complexas do (pós)moderno.

A estrutura C2C (*cradle-to-cradle*) diferencia-se da estrutura C2G (*cradle-to-grave*) ao incorporar entradas de energias reutilizáveis, desafiando o paradigma da insustentabilidade. Em *Cradle-to-Cradle*, capítulo 4, McDonough e Braungart (2002, p. 92, tradução nossa) afirmam que “Resíduo é igual a alimento(...)”; no entanto, essa máxima exige cautela. O termo “*waste*” deve ser entendido como resíduo passível de reaproveitamento industrial, funcionando como nutriente dentro dos ciclos metabólico e técnico. Assim, a efetividade do C2C depende do “*design*” de produtos e materiais com ciclos de vida prolongados, garantindo sua retroalimentação.

A (re)utilização de resíduos pode garantir segurança ambiental e à saúde humana, um *design* salutogênico segundo Wahl ([2016]2020) que busca (re)desenhar um equilíbrio metabólico alinhado a sistemas fechados (Boulding, *op. cit.*). O *design* sustentável C2C reforça o *redesign* como eixo da transição de economias estagnadas (Pearce; Turner, 1989, p. 43, tradução nossa) para modelos metabolicamente regenerativos.

Se um produto precisar, por enquanto, permanecer como um “híbrido monstruoso”, pode ser necessário um esforço extra de engenhosidade para projetá-lo e comercializá-lo de forma a gerar consequências

positivas tanto para os metabolismos biológicos quanto para os técnicos. (Braungart; McDonough, 2002, p. 115, tradução nossa)

O *design* sustentável inspirado no C2C propõe soluções que integram economia circular e *ecoeficácia*, como embalagens compostáveis, dispositivos eletrônicos modulares, móveis recicláveis e inovações arquitetônicas de alta eficiência energética. Essas iniciativas, em tese, transformam resíduos em recursos, alinhando-se aos ideais sustentabilistas. No entanto, enfrentam desafios estruturais, pois o mercado (Capitaloceno) segundo McBrien (2022, p. 189) persegue a “(...) a obsolescência programada de toda a vida.”, orientada pela obsolescência planejada e pelo consumo descartável, como apontado por Packard (1960), cuja crítica expõe um sistema que perpetua o caos ambiental.

Manzini (2008, p. 23) afirma que “(...) para ser sustentável, um sistema de produção, uso e consumo tem que ir ao encontro das demandas da sociedade por produtos e serviços sem perturbar os ciclos naturais e sem empobrecer o capital natural.”; em contrapartida, Vezzoli (2018) destaca que o *design* para a sustentabilidade deve capacitar o sistema produtivo para promover o bem-estar – ora, [(C&T) + (P&D)] buscam minimizar o uso de recursos ambientais. Assim o (re)desenho sustentável é instrumento fundamental para o desenvolvimento social e econômico, como observa Patrocínio (2018, p. 113).

Contudo, a obsolescência planejada para o caos (Packard, 1960) segue como entrave estrutural. Ao adotar a tríade crescimento-desenvolvimento-progresso, os Estados-nações consolidaram um ciclo econômico baseado na produção e no consumo contínuos. O *design* industrial, orientado pela lógica central do capitalismo – o lucro –, é incorporado em estratégias de *greenwashing*, onde ideais de sustentabilidade são expropriados (Delmas; Burbano, 2011) e discursos sustentabilistas mascaram práticas ancoradas no extrativismo linear. Afinal, o lucro não está em um único produto durável, mas na substituição constante – lógica que alimenta a sociedade do descarte (Bauman, 2007), onde o consumo é imposição sistêmica e o hiperconsumo (Lipovetsky, 2006), um ciclo acelerado de desperdício. Como observa Baudrillard ([1970]1990), o consumo não se funda apenas na utilidade, mas em sua capacidade de produzir distinções simbólicas, intensificando a dependência da sociedade em metas cada vez mais efêmeras e descartáveis.

Embora o modelo C2C proponha um ciclo produtivo regenerativo, críticas podem ser endereçadas ao mesmo, pois a questão da entropia (Georgescu-Roegen, [1971]1995) estabelece que o uso de recursos implica degradação irreversível de energia e matéria, inviabilizando a promessa de ciclos produtivos perpétuos. Mesmo com práticas de reaproveitamento criativo

(*upcycling*) ou reciclagem degradativa (*downcycling*), perdas materiais e energéticas são inevitáveis, tornando a sustentabilidade absoluta uma utopia, aprofundada no item 5.3.1.

Os *material footprints* evidenciam impactos ambientais ocultos na extração e transporte de recursos, ampliando o debate para além do CO₂e. Tecnologias verdes, como painéis solares e turbinas eólicas, dependem de nutrientes técnicos não recicláveis, intensificando pressões ambientais (Murray *et al.*, 2017). Assim, enquanto C2C minimiza impactos no fim do ciclo, os *material footprints* expõem sua fragilidade ao revelar danos na origem do processo produtivo: “Cada produto que usamos, cada serviço que nos proporcionamos, carrega um “fardo ecológico.” (Schmidt-Bleek, 1993, p. 06, tradução nossa).

Problemas estruturais da reciclagem incluem (i) degradação de materiais, como plástico que perdem qualidade a cada ciclo, alimentando o Plasticeno (Corcoran, 2014); (ii) a alta demanda energética para o (re)ciclo de vidro e metais, contribuindo para o Carbonoceno e outros “cenos” fósseis (McBrien, 2022); e (iii) infraestrutura inadequada, com baixos índices de reaproveitamento e dificuldades de segregação de materiais técnicos ou biológica (Murray *et al.*, 2017, p. 22). Essas limitações criam a ilusão de sustentabilidade e circularidade enquanto perpetuam o consumo e mantêm emissões significativas de CO₂e, questão aprofundada no item 5.3.2.

Por fim, essa perspectiva resgata o conceito de tecnologia apropriada, proposta por Shumacher (1973), que defende soluções locais e em menor escala, adaptadas às necessidades regionais, como alternativas menos impactantes do que modelos globais e de larga escala. Para Shumacher, “O homem é pequeno e, portanto, o pequeno é belo. Optar pelo gigantismo é optar pela autodestruição” (1973, p. 150, tradução nossa).

Embora o modelo C2C tenha se tornado um ponto cardeal da economia circular contemporânea, sua viabilidade é questionável diante da escalada das emissões, estimadas em 7024,02 GtCO₂e no período 2000-2024. A gestão desse volume de emissões coloca em xeque a possibilidade de um verdadeiro ciclo berço ao berço, uma vez que, na prática, prevalece a lógica *cradle-to-grave* (C2G), onde o ciclo de vida de produtos ainda culmina no descarte e degradação ambiental.

4.5.1.2. *Desing biomimético sob o enfoque CTS(A)*

Uma abordagem interdisciplinar que integra ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Assim como os ideais de circularidade econômico, biomimética, biomimicria e biônica não são recentes. Benyus (1997, p. 02, tradução nossa), popularizou o termo biomimética ao afirmar

que: “a natureza sempre inspirou a evolução da humanidade, oferecendo modelos, sistemas e processos para resolver problemas complexos”, fundamentando o campo da biomimética contemporânea e incentivando aplicações inovadoras em *design*, engenharia e sustentabilidade. Ezio Manzini (2015, p. 01-2, tradução nossa) amplia essa perspectiva ao incorporar a biomimética como uma abordagem transformadora, capaz de integrar inovação social e sustentabilidade.

No entanto, ideias similares já eram exploradas desde 1950 por pioneiros como Otto Schmitt e Jack Steele (Ramos; Sell, 1994; Rattes; Barbosa, 2015, p. 126). A essência do *design* biomimético reside na tradução de modelos naturais em soluções tecnológicas que promova (eco)eficiência e eficácia. Exemplos icônicos incluem velcro (inspirado em sementes de cardo), turbinas eólicas com formato de barbatanas de jubarte e materiais autolimpantes baseados no efeito da flor de lótus. Como observa Papanek (1971, p. 03), “o *design* mais causa dano ambiental do que qualquer outra atividade humana, mas pode se tornar uma ferramenta poderosa para a reconstrução”. Nesse contexto, *design* tem demonstrado seu impacto significativo na arquitetura, no transporte e na (re)engenharia de alta *performance*.

Tokaido Shinkansen, operado pela companhia privada *Japan Railways*, é um exemplo emblemático de *design* biomimético aplicado ao transporte ferroviário. O trem-bala enfrentava desafios como: (i) ruído dos vórtices de Kármán: na dinâmica de fluidos – um padrão repetitivo de turbulência que causa trepidação e fadiga de material (Kármán, 1963); e, (ii) estrondo sônico (*boom sônico*): deslocamento dos trens em túneis gerando pressão atmosférica, resultante da vibração aerodinâmica e ruídos semelhantes a explosões (Anderson, 2015, p. 347).

A solução foi traduzir modelos naturais para otimizar a aerodinâmica e reduzir impactos ambientais através do *redesign*: a) das pontas das asas da coruja – eliminaram os ruídos do pantógrafo (conector do trem com a linha de alimentação elétrica), minimizando os vórtices de Kármán; b) da barriga dos pinguins de Adélia – reduziu o arrasto nos trilhos, melhorando a eficiência energética; c) o bico do pássaro Martin-Pescador – remodelou a parte frontal do trem, eliminando o estrondo sônico ao entrar e sair de túneis. O *design* biomimético também se aplica a diversas tecnologias: simples: roupas camufladas ou complexas: máquinas de hemodiálise, todas inspiradas em soluções da natureza (Detanico *et al.*, 2010, p. 101). Algumas inovações têm se destacado na proteção da avifauna frente ao impacto da urbanização. A ONILUX *Bird Protection Glass* desenvolveu um revestimento com propriedades ultravioleta (UV) visíveis às aves, praticamente imperceptível ao olho humano, que atua como um alerta visual, reduzindo significativamente o risco de colisões. Já a DIVINAL *Bird Protection* introduziu texturas

impressas por serigrafia, aplicadas diretamente sobre superfícies envidraçadas, criando padrões que rompem a ilusão de continuidade transparente, também eficazes na prevenção de impactos aviários.

Na arquitetura, o *Eastgate Centre*, no Zimbábue, adota um sistema de ventilação passiva inspirado na regulação térmica dos cupinzeiros, garantindo climatização eficiente com baixo consumo energético e eliminando a necessidade de sistemas mecânicos intensivos – um modelo de construção sustentável para regiões de altas temperaturas (Pawlyn, 2011). No design automotivo, o *Boxfish Car*, desenvolvido pela Mercedes-Benz, combina aerodinâmica e segurança estrutural ao replicar a anatomia do “peixe-cofre” reduzindo arrasto e otimizando a eficiência veicular (Schmitt; Steele, [1955]1961).

Modelos de (re)desenho biomimético demonstram avanços impulsionados por +ciência= +tecnologia. No entanto, críticas são necessárias. Se os pilares deste *design* reside em: (i) natureza como modelo, (ii) natureza como mentora, e (iii) natureza como medida (Benyus, 1997), Rattes e Barbosa (2015, p.133 *apud* Kazazian, 2005) alertam que: “(...) entre outras coisas, a abundância de produções naturais é que permitiram que nossas sociedades acreditassem que poderiam tirar proveito da natureza sem se impor limites.”; embora inspirado na natureza, este (re)desenho nem sempre resulta em processos sustentáveis, pois a industrialização dessas soluções pode gerar novos impactos ambientais e reforçar a lógica do consumo contínuo.

Georgescu-Roegen ([1971]1995) ressalta que toda atividade econômica está sujeita a entropia, impondo limites aos sistemas biomiméticos. Ainda que proporcionem ganhos de eficiência, a degradação é inevitável. A aplicação desse design em larga escala desafia a compatibilização entre as demandas industriais e a conservação dos processos naturais, suscitando a inquietude: até que ponto é possível replicar, em contextos artificiais, a eficiência dos sistemas ecológicos?

Apesar das soluções elegantes, os *footprints* dos *designs* biomiméticos ainda levantam desafios. No Japão, onde a energia nuclear compõe cerca de 7% da matriz energética (IEA, 2023), enquanto combustíveis fósseis dominar cerca de 70%, o Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI) vê energia nuclear como estratégica para descarbonização, respaldado pelo IPCC (AR6, Grupo 1, 2021). No entanto, a dominância do átomo e seus impactos geraram acidentes como: *Windscale Fire* (Reino Unido, 1957), *Kyshtym* (União Soviética, 1957), *SL-1 Idaho Falls*, (EUA, 1961), *Three Mile Island* (EUA, 1979), *Chernobyl-*

Pryat (União Soviética, 1986) e *Fukushima* (Japão, 2011), expondo os riscos da dependência dessa matriz, destacando a complexidade da sustentabilidade energética.

Os impactos ambientais também são evidentes na arquitetura inspirada em cupinzeiros e no *design* automotivo baseado no peixe-cofre, pois a mineração de cimento, minério de ferro e extração de terras raras para novas ligas ampliam as emissões de CO₂e, que compromete a sustentabilidade a longo prazo. Mesmo turbinas eólicas projetadas com base na anatomia de baleias dependem de processos industriais intensivos em carbono. Como Holling (1973) aponta, a resiliência ecológica é limitada pela capacidade de absorver os impactos cumulativos, evidenciando contradições entre inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental. Assim, é sensata a provocação: “Este é um bom *design*?” (Latour, [2008]2014, p. 08).

Além disso, a biomimética enfrenta riscos de *greenwashing*, especialmente no capitaloceno, onde o *design* sustentável pode ser instrumentalizado como estratégia de *marketing*. Produtos supostamente biodegradáveis, muitas vezes, não atendem aos padrões de compostagem industrial, criando uma ilusão de sustentabilidade (Delmas; Burbano, 2011). Contudo, iniciativas como o Projeto Floresta Saudita no Oriente Médio e a Grande Muralha Verde da China, voltadas à reconciliação e regeneração ambiental (Wahl, [2016]2020), demonstram como o biomimetismo pode ser uma ferramenta na restauração de ecossistemas – sumidouros naturais de CO₂e, fundamentais para o equilíbrio climático, mas também como plataforma negocial para a mercantilização de créditos de carbono.

4.5.1.3. *Design regenerativo sob o enfoque CTS(A)*

O *design* de regeneração transcende a sustentabilidade ao priorizar a renovação contínua dos sistemas naturais e sociais. John T. Lyle e Bill Reed foram precursores dessa abordagem, estabelecendo a necessidade de integrar a ação humana aos ciclos naturais para restaurar e renovar os recursos utilizados. Para Lyle (1996), a regeneração exige uma relação simbiótica entre humanos e natureza, promovendo uma (co)evolução sustentável. Essa perspectiva se alinha à ecologia ambiental e social de Guattari ([1989]2022).

Reed (2007) complementa essa visão ao enfatizar a participação ativa nos processos ecológicos e a superação da fragmentação mental, defendendo um modelo integrado que valorize as interconexões entre sistemas vivos e sociais: a “adoção de abordagens locais como ferramentas essenciais para a compreensão e aplicação desses princípios regenerativos” (*op. cit.*, p. 674, tradução nossa); um pensamento que dialoga com a crítica de Shumacher (1973, p.

150), segundo a qual optar pelo gigantismo equivale a escolher a autodestruição. Talvez o gigantismo se traduza na descarbonização precificada.

Influenciado por essas bases, Wahl ([2016]2020) avança ao estruturar etapas para a implementação do “*design*” regenerativo, destacando que este ocorre após um processo evolutivo, ultrapassando a restauração e a reconciliação entre Ecosfera e Tecnosfera, sugerindo que a regeneração não apenas corrige impactos negativos, mas também fortalece ecossistemas e comunidades, promovendo uma interação harmônica entre tecnologia e natureza.

A regeneração pode ser analisada sob múltiplos eixos: Econosfera como sistema fechado (Boulding, [1966]1968); processos entrópicos e anti-entrópicos, onde sistemas fechados não aumentam ou diminuem sua entropia material (Georgescu-Roegen, [1971]1995); ecologia mental como campo psíquico e cultural (Guattari, [1989]2022); limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009); Terra como sistema integrado (Forrester, 1971); visão sistêmica de Meadows (1972); e, recorrência de padrões históricos na economia e cultura (Palacios, 2001). Também dialogam com esse contexto a ecologia profunda (Naess, 1973) e a necessidade de reconexão com a terra (Zimmerman, 2004).

A proposta regenerativa contrasta diretamente com os “cenos”, que moldam a compreensão da crise ambiental: o Antropoceno (Crutzen; Stoermer, 2000); a destruição impulsionada pelo Capitaloceno (Moore, 2015); a exploração do Plantatioceno (Haraway, 2015); os impactos do Plasticeno (Corcoran, 2014; Leonard, 2010); e, o Piroceno (Pyne, 2019; Coumou; Robinson, 2014, p. 04) além das consequências da urbanização no Urbanoceno (Chwalczyk, 2020) e do uso de combustíveis fósseis (McBrien, 2022).

O *design* regenerativo, embora sustentabilista, propõe uma disruptura antropocênica (Sandford, 2019), considerando a sustentabilidade apenas uma etapa na restauração do sistema-Terra. Wahl ([2016]2020), influenciado por Reed (2007), estrutura esse pensamento em culturas regenerativas e circulares que ressignificam abordagens anteriores, promovendo novos paradigmas para a relação entre humanidade e meio ambiente.

Gudynas (2004; 2019, p.89) classifica a sustentabilidade em três níveis, conforme a incorporação dos limites ecológicos e a visão de progresso: (i) não incorporada, onde predomina a “ideologia do crescimento”, artificialização do meio ambiente e rejeição de limites ecológicos; (ii) incorporada gradativamente, podendo ser: a) fraca, que reconhece limites, mas os vê como capital natural, ajustáveis à lógica econômica com enfoque técnico; b) forte, que critica o progresso e exige preservação do capital natural crítico com enfoque técnico-político; e c) superforte, que rompe o materialismo e rejeita o crescimento econômico como meta.

Segundo Gudynas (2019, p. 262), a sustentabilidade superforte “é uma das críticas radicais às bases ideológicas e culturais que defendem as variedades do desenvolvimento clássico, entendido como progresso material, dependente do crescimento econômico(...)”.

O *design* regenerativo flerta com a ecologia profunda (superforte), dialogando com Naess (1973). Em tempo, Pablo Sòlon, em *Alternativas sistêmicas* (2019), orbitando Naess, diferencia: (i) a ecologia profunda, que questiona as estruturas do desequilíbrio ambiental; e, (ii) a “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess (1973), 2019, p. 156), que mantém os valores da economia industrial, mascarando soluções tecnológicas (*design* industrial, ainda programado para obsolescência) sob uma narrativa sustentável. A mensuração das emissões totais (GtCO_{2e}) e os mecanismos de compensação (Pearce; Turner, 1989) ilustram essa ecologia oca, pois traduzem soluções paliativas sem alterar a lógica estrutural do extrativismo. Da mesma forma, as COPs refletem iniciativas sustentabilistas – moldadas por valores industriais –, evidenciando a persistência o pináculo da ignorância consentida diante a escalada das emissões globais.

Em *Environmental Philosophy: From Animal Rights to Radical Ecology*, Zimmerman (2004, p. 143, tradução nossa) afirmou: “O homem não é nem o avaliador nem a medida das coisas; o valor não é antropogênico, é biogênico.”, ressaltando que o *evento* Antropoceno não pode ser a única régua para medir todas as coisas, pois reduzir o debate ambiental a uma linha reta entre “a” e “b” seria um erro teórico. Nesse sentido, Sòlon (2019, p. 159, *apud* Zimmerman, 2004) reforça que a questão central é a reconexão com o sistema-Terra, pois “Se nos “reconectarmos com a Terra”, não faremos coisas que provocam danos ao planeta, do mesmo modo com o nunca cortaríamos nosso próprio dedo.”

O anseio por essa reconexão, sob a ótica regenerativa, demanda (dis)rupturas alinhadas à sustentabilidade superforte. Wahl ([2016]2020) ancorado em Lyle (1996), Reed (2007) e a miríade epistêmica supracitada, critica os limites do *design*, mas pondera que seu êxito pode ser operacionalizado em seis etapas escalonadas e cumulativas, fundamentais para um progresso pós-materialista. Para corroborar os argumentos de uma possível Pós-Sustentabilidade (*cap.* 5), o *Design de Culturas Regenerativas* é pavimentado desde logo:

Etapa 01: Abandonando práticas convencionais – Segundo Wahl ([2016]2020, p. 61 e ss.), a primeira etapa do *design* de culturas regenerativas exige o desapego do passado, oriundos da industrialização e linearidade econômico-comportamental multissecular que moldou a relação Homem-Ecosfera. Esse desafio é hercúleo, pois o humano extrativista coisificou a Ecosfera para atender suas necessidades (i)mediatas. Sob a ótica CTS(A), trata-se da decantação

da equação de Bazzo (2003 *et al.*, p. 120-121): “+ciência= +tecnologia= +riqueza= +bem-estar”, refletindo o modelo linear de desenvolvimento.

A resistência a essa transição decorre de uma “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess (1973), 2019) e de uma sustentabilidade tecnicista e fraca (Gudynas, 2004; 2019), que perpetua modelos sistêmicos fragmentados: visão integrada de Forrester (1971), sistema-mundo de Meadows (1972), limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009). (eco)desenvolvimento (Estocolmo, 1972) e ODS (Brundtland, 1987). Em contrapartida, fomenta a economia cíclica (Boulding, [1966]1968), a economia *loop* e de *performance* (Stahel, 1971; 1981; 2006) e instrumentos econômicos de circularidade econômica (Pearce; Turner, 1989). No entanto, para Wahl, o *design* regenerativo clama pelo rompimento com essas práticas convencionais.

A transição exige uma mudança paradigmática, representada pela metáfora dos “três horizontes da inovação e transformação cultural” (Wahl, *apud* Shape, 2013). O primeiro horizonte (H1) representa o modelo vigente e reflete o mundo em crise; o segundo horizonte (H2) é o espaço de transição turbulenta onde paradigmas emergentes colidem e se transformam; e o terceiro horizonte (H3) que corresponde a consolidação de novos modelos regenerativos, já distantes das crises e limitações do H1. Para Wahl (*op. cit.*), esse movimento “nos faz abandonar a mentalidade individual e entrar em um espaço compartilhado de possibilidade criativa” (*apud* Sharpe, 2013, p. 29). Essa reflexão pode ser visualizada em duas representações: a) um mundo em transição entre crises e possibilidades e, b) “efeito Janus”, reforça horizontes reflexivos e a importância dessa transição, pois indica que H2 pode tanto reforçar o modelo antigo (H1) quanto impulsionar a inovação em direção ao futuro (H3).

Figura 19 - Concepção dos três Horizontes para o *design* regenerativo



Fonte: Wahl (*apud* Sharpe (2013), [2016]2020 p. 68-73): (i) figura (a): (figura 2, p. 68): adaptação de www.bit.ly/DRC229, com permissão da IFF; (ii) figura (b): (figura 3, p. 73): adaptada e expandida a partir de Bill Shape (2013), com permissão do autor); (iii) adaptado pelo autor.

Uma pós-sustentabilidade emerge, ou emergiria da interconexão entre os horizontes, destacando-se no terceiro horizonte (H3), propício para inovações verdadeiramente disruptivas.

Essa abordagem transcende os limites do antropocentrismo e da sustentabilidade sistêmica antropocênica, ainda predominante. No capítulo 5, essa transição será aprofundada, consolidando conexões entre cultura, economia e regeneração.

Etapa 2: O esverdeamento (*green*) - Wahl (*op. cit.*, p. 116 e ss.), evidencia a necessidade de perceber a natureza em todo lugar. O *greening* busca estreitar a relação Homem-Ecosfera. Embora datar processos complexos seja um desafio (*cap.* 3), é na década de 1970 que essa transição ganha força: os limites do crescimento (Meadows, 1972) se tornam pauta central, o (eco)desenvolvimento emerge como discurso na comunidade internacional e o desenvolvimento sustentável se converte em verbo *transitivo* – direto ou indireto, diante uma ecologia fraca e tecnicista. Chamar essa conjugação de “verbo intransitivo” seria um erro, pois as emissões globais de GEE, contradizem essa suposta evolução.

O esverdeamento, no entanto, reflete posturas observáveis nas COPs 01 a 29, consolidando-se como parte do percurso até o *design* regenerativo. Transposta a primeira etapa, a conscientização promovida pelos horizontes de Sharpe (2013) pavimentam a transição para novos paradigmas (H3), sustentados pelas dinâmicas dos horizontes anteriores.

A evolução dos direitos fundamentais, sobretudo a partir da terceira dimensão e do metaindividualismo, expõe um paradoxo: apesar da retórica adotada nas COPs e nos tratados internacionais, as emissões globais continuam sua escalada. O objetivo aqui não é teorizar a metaindividualidade nas diferentes dimensões, mas explorar a semiótica embutida nas realidades complexas. Os (des)encaixes tornam-se evidentes quando práticas ambientais não se alinham a uma ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019). Wahl (*op. cit.*) destaca que o *green* precisa se enraizar no *ethos* ambiental-humano, funcionando como base para a reconciliação (etapa 05) entre sociedade e sistema-Terra.

A construção de saberes é multi, trans e interdisciplinar. É plausível afirmar que CTS(A) influenciou a formulação de diretrizes normativas, incluindo a Constituição Federal brasileira de 1988. O *Greening* constitucional está consolidado no Capítulo VI, art. 225, que consagra o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como essencial à qualidade de vida (antropocênica?). Sarlet (2021) enfatiza como direito fundamental a proteção ambiental, e defende uma interpretação constitucional que assegure sua efetividade, ampliando o debate sobre a governança judicial ecológica no Brasil. Outros aspectos do esverdeamento normativo serão explorados no próximo item.

Contudo, é prudente recordar a máxima de Dante (*apud* Reale, 2002, p. 60): “O direito é uma proporção real e pessoal, de homem para homem, que conservada, conserva a sociedade;

corrompida, corrompe-a.”; uma reflexão conjugada a Marx (1984, p. 233) que observa: “Não é a consciência dos homens que determina o seu ser; ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência”. Ambos os pensamentos operam como pêndulos essenciais para enfrentar os desafios desta etapa, mas das anteriores e posteriores também, pois apontam que as estruturas sociais e jurídicas não apenas moldam a sustentabilidade, mas também refletem os conflitos e contradições subjacentes à relação entre desenvolvimento e conservação ambiental.

Etapa 3: A sustentabilidade – Wahl (*op. cit.*, p. 125 e ss.) aborda a necessidade de reverter a sobrecarga do sistema-Terra e viver dentro dos limites planetários. O *design* sustentável (item 4.5.1.1), é posicionado pelo *design* regenerativo como um ponto neutro, que ainda não rompe com os padrões extrativistas e lineares do modelo econômico predominante, simplesmente se adapta as contingências temporais. Wahl (*idem*) ressalta que “a humanidade ultrapassou a capacidade regenerativa anual da Terra pela primeira vez no início dos anos 1970”. Na mesma década, as emissões totais de GEE chegaram a 2386 GtCO₂e (quadro 25), enquanto debates sobre limites planetários (Meadows, 1972; Rockström; Gaffney, 2009) e (eco)desenvolvimento emergiam como uma celeuma.

Contudo, este ponto neutro desafia paradigmas estagnados do Capitaloceno e Carbonoceno, bem como a “satisfatória” lógica econômica linear. A mitigação, no contexto da estagnação (pós)moderna, exige rupturas estruturais: desaceleração, descarbonização e descontinuidade, transcendendo a lógica soma-zero (Nash, 1950) e do crescimento infinito, para soma não-zero e possível equilíbrio, talvez neutralidade.

Se a ruptura fosse estabelecida em 1987, ano do relatório *Nosso Futuro Comum* (Brundtland), talvez os 17 ODS e 169 metas não estivessem tão distantes da efetividade, objeto de cotejo no item 5.2. Entretanto, como mencionado anteriormente, o relatório da ONU sobre os ODS denunciou que apenas 17% das metas globais da Agenda 2030 estão no caminho certo para serem atingidas até 2030 (UNRIC, 2024), enquanto o *Relatório de Lacuna de Emissões* (PNUMA, 2024) evidencia o fracasso dos compromissos das COPs 01 a 29 em frenar a crise antropocênica. A descarbonização, por sua vez, sendo um processo de longo prazo, condiciona-se à persistência do CO₂e acumulado na atmosfera “por até 100.000 anos” (Summerhayes, *et al.*, 2018, p. 200), lembrando do decaimento cumulativo de 3% ao ano dos sumidouros naturais (IPCC, 2021; 2022) e LULUF (2024).

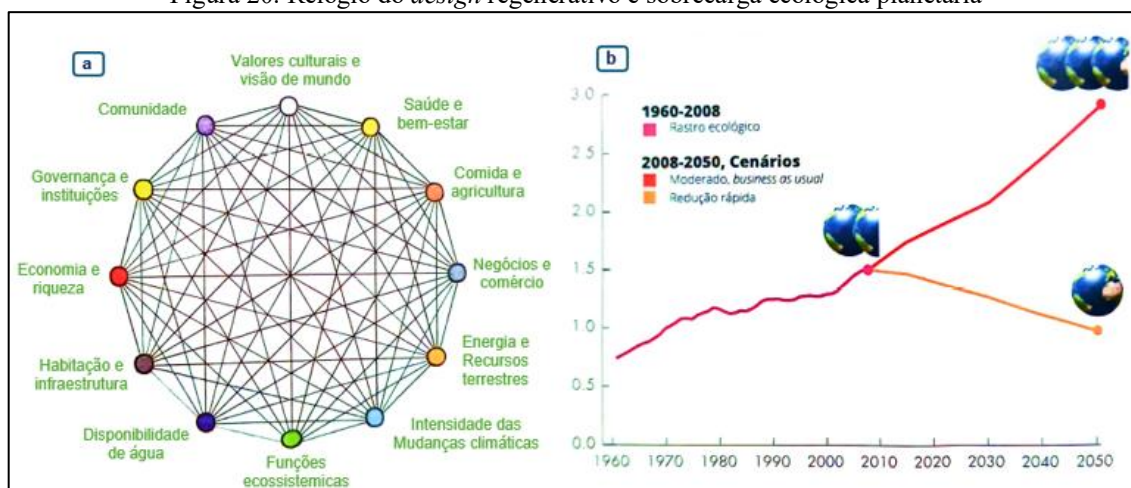
Nesse caminho, é necessário questionar: o que se deseja sustentar? O conceito de sustentabilidade (*Sustainability*), embora amplamente citado, não foi definido de forma estanque. O que realmente significa sustentar algo? A sustentabilidade pode ser interpretada

como um hiperobjeto (Morton, 2013), pois envolve múltiplas dimensões interconectadas - no contexto ambiental, é a capacidade de manter a vida no sistema-Terra; no econômico, a prosperidade empresarial; no energético, a autossuficiência sem comprometer futuras gerações; no cultural, a preservação da identidade social, e, no político, a manutenção de sistemas estáveis, em tese, justos.

Dessa forma, a etapa atual não trata apenas da sustentabilidade *econômica* promovida por modelos *loop* e *performance* (Stahel, 1977; 1981; 2006), nem se limita a instrumentos econômicos como captura, precificação e negociação de carbono (Pearce; Turner, 1989). O *design* regenerativo amplia o escopo, abordando um sistema de sustentabilidade holístico, de longo prazo e de múltiplas dimensões. O tempo molda a cosmovisão e, talvez, o metaindividualismo das diretrizes normativas seja, em essência, antropocênico. Nesse caso, tais diretrizes estariam no limite da compreensão – ou refletiriam a ausência de elementos cognitivos que impedem o “nativo” (pós)moderno de apreender plenamente o novo (Paz, 1984).

A ideopolítica de sustentar algo está exemplificada no Modelo Sistêmico Mundial (MSM) do *International Futures Forum* (IFF), que interliga 12 dimensões de um sistema regenerativo em 66 linhas interdependentes, visando um sistema humano próspero. A figura 20 (a) remete a um “relógio regenerativo”, reinterpretado pelo *design* regenerativo. Complementarmente, a figura 20 (b) ilustra a sobrecarga ecológica do sistema-Terra e a necessidade de retomar ao padrão de “vida de um só planeta o mais rápido possível, idealmente até 2050” proposto por Wahl (*op. cit.*, p. 125).

Figura 20: Relógio do *design* regenerativo e sobrecarga ecológica planetária



Fonte: (i) Wahl ([2016]2020, figura 6, p. 113; figura 7, p. 126); (ii) Adaptado pelo autor.

A transição para um *design* regenerativo é um desafio para o (pós)moderno, desde a primeira etapa. A magnitude do problema é evidenciada pela cenarização prospectiva e soma das emissões de GEE entre 1750-2024 (OWID, 2024; IPCC, AR6 – Grupos 1 e 2, 2021; 2022),

LULUF (2024) e pelo decaimento da capacidade de absorção dos sumidouros naturais (quadro 28). A figura acima ilustra como ideais sustentabilistas de circularidade econômica sistêmica antropocênica permanecem extemporâneos diante da escala do desafio de transcender à pós-sustentabilidade.

Etapa 04: Em busca da restauração – (Wahl, *op. cit.*, p.157 e ss.), explora o conceito de *design* ecológico “salutogênico”, um *modelo* restaurativo que promove a saúde sistêmica socioecológica (SEs). Nesse contexto, o padrão do *design* ecológico “(...) não é nem eficiência, nem produtividade, mas saúde, começando com a do solo e se estendendo de forma ascendente através das plantas, animais, pessoas.” (Orr, [2002]2004, p. 29, tradução nossa).

Essa etapa exige cosmovisão sistêmica, considerando fatores multifacetados essenciais para o *design* restaurativo: (i) *footprint* ecológico (quadro 02) e o “(...) fardo ecológico de materiais que precisaram ser movidos ou transformados” (Wackernagel; Rees, 1996, p. 06, tradução nossa) impactando sumidouros naturais (LULUF, 2024), além do Piroceno (Pyne, 2019) e Plasticeno (Cocoran, 2014); (ii) a poluição tóxica e acidificação oceânica associadas ao *footprint* do carbono (Berners-Lee, [2010]2020), Carbonoceno (McBrien, 2022) e Urbanoceno (Chwalczyk, 2020); (iii) alterações do ciclo hidrológico, destacadas por Stoppani ([1876]1915) ao tratar da “era antropozóica” e do “verão de São Martinho” (item 3.2), predição a saúde sistêmica do sistema-Terra; e, (iv) a degradação do solo e a erosão, associadas ao Plantatioceno (Haraway, 2015), intensificada pela comodificação da Ecosfera e agravada por subsídios econômicos “prejudiciais” (FDIs), Steffen (*et. al.*, 2011, *fig. 5, a-2*), padrões de produção e consumo insustentáveis, intensificados pela obsolescência planejada (Packard, 1960), gerando uma quantidade substancial de resíduos (Giolo Junior *et al.*, 2024).

Essas questões dialogam com a economia em *loop* e *performance* (Stahel, 1977; 1981; 2006), os instrumentos econômicos de Pearce e Turner (1989), e as críticas ao Capitaloceno (McBrien, 2022); decerto que a urgência da regeneração é indissociável das contradições inerentes ao modelo econômico hegemônico.

Iniciativas restaurativas voltadas à saúde sistêmica socioecológica (SEs) incluem não apenas a mitigação dos GEE, como também intervenções (eco)tecnológicas promovidas sob distintas racionalidades político-territoriais, tais como o (re)congelamento do gelo marinho no Ártico (Arctic Ice Project, AIP, 2024), a Floresta Saudita no Oriente Médio e a Grande Muralha Verde da China – voltadas ao combate à desertificação e ao sequestro de carbono.

Contudo, a análise que se propõe não está centrada nos projetos em si, mas nas camadas semióticas que os constituem enquanto signos do *design* regenerativo. (Re)visitar a intuição de

Dante (*apud* Reale, 2002, p. 60) de que o direito é uma proporção real e pessoal, permite refletir sobre reflorestamentos como sumidouros naturais de CO₂e, (LULUF, 2024). Entretanto, a métrica que os qualifica – em “x” GtCO₂e/ano – levanta uma questão crítica: sequestrar carbono legitima sua mercantilização como crédito? A lógica do Capitaloceno atravessa essas soluções, evocando a ideia de “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess (1973), 2019), na qual ações regenerativas operam sob racionalidade de mercado, perpetuando um *ouroboros* multiexistencial. A Lei nº 15.042/2024, cotejada no próximo item, ilustra esse risco.

Etapa 05: Por uma reconciliação na relação Homem-Ecosfera - Wahl (*op. cit.*, p.194 e ss.), introduz o *design* reconciliador, enfatizando a necessidade de reavaliar a geolocalização do humano no sistema-Terra. A reconciliação implica responder: quem ou o que precisa ser reconciliado e com o que? O binômio causa-efeito auxilia na compreensão do *quem*, enquanto a reflexão sobre a *lei universal do caos (ab ordine ad chaos)*, explorada por Heráclito de Éfeso (535-475 a.C.), Anaximandro (610-543 a.C.), Platão (427-347 a.C.), Empédocles (494-434 a.C.), os Estoicos (séc. III a.C.), Gleick (1987), Lorenz (1993) e Boff (2021), fundamenta a cosmovisão necessária para essa transição reconciliatória.

A passagem do humano biosférico ao tecnosférico ilustra essa trajetória: do nomadismo e do extrativismo ancestral ao acúmulo de capital cultural (Bourdieu, 2007) e à consolidação da linearidade econômica. No Holoceno, a intensificação das *footprints* impulsionou as métricas contemporâneas de GEE (quadro 25), fornecendo bases concretas para previsões e cenarizações prospectivas sobre catastrofização ambiental. Assim, a busca pela reconciliação é, na essência, a tentativa de restaurar um elo perdido entre o Homem e a Ecosfera diante do evento Antropoceno.

Segundo Wahl (*op. cit.*), a (eco)alfabetização é um requisito essencial para o *design* restaurativo. No entanto, a transição para um modelo regenerativo desafia arquétipos milenares de extrativismo e linearidade econômica. O comportamento restaurativo não apenas reorganiza modelos produtivos, mas também propõe novas estruturas financeiras glocalizadas (sistemas aninhados), nas quais “Cada sistema individual é integrado completamente e, ao mesmo tempo, constituído de subsistemas menores, também integrados em sistemas maiores (..)” (*idem*, p. 199). Essa abordagem sugere uma ruptura epistemológica necessária para reequilibrar a relação Homem-Ecosfera.

Os ciclos ecológicos sustentados pelo *design* sustentável (item 4.5.1.1) operam como nutrientes “técnicos e biológicos” (McDounugh; Baungart, 2002, pp. 105 e 109, tradução nossa). A etapa restaurativa, alicerçada no (re)desenho sustentável inspirado na natureza

(Benyus, 1997; Manzini, 2008; 2015), estabelece conexões cumulativas entre os diferentes *designs* e evidencia que regenerar é um processo de reconstrução.

“(...) Estamos no limiar na existência humana, uma mudança fundamental na compreensão sobre a nossa relação conosco e com a natureza. Estamos nos movendo de um mundo criado por privilégio para um mundo criado para a comunidade. O atual impulso da história é muito flexível para ser rotulado, mas os temas globais surgem em resposta às crises ecológicas e ao sofrimento humano que se amontoam. Essas ideias incluem a necessidade de mudança social radical, a reinvenção da economia baseada no mercado, o fortalecimento das mulheres, o ativismo em todos os níveis e a necessidade de controle localizado da administração. Existem insistentes apelos à autonomia, apelos por uma nova ética baseada na tradição do uso comunal dos recursos, demandas pelo reestabelecimento da primazia cultural sobre a hegemonia corporativa e uma crescente demanda por uma radical transparência na política e na tomada de decisão corporativa.” (Hawken, 2007, p. 194).

Essa reflexão nos conduz a um dilema: a utopia distópica de uma ordem que se autolegitima, ou a chance concreta de redesenhar a equação da vida em bases regenerativas? Como discutido, a ecologia fraca não fornece alicerces para tal transformação, tampouco a economia circular sistêmica e antropocênica. A digressão ecológica, proposta por Guattari ([1989]2022), emerge como força propulsora para essa nova ética, alinhando-se ao pensamento de Hawken (*op. cit.*), que defende uma transformação estrutural, apoiando-se nos “três horizontes” de Sharpe (2013).

Na economia, ideais clássicos (Smith, [1776]1983) são (re)significados pelo binômio ambiente-economia (Pearce; Turner, 1989), evoluindo em tese para um modelo de equilíbrio entre necessidades humanas e limites planetário (Raworth, 2019; Rockström, Gaffney, 2009). A economia restauradora e regenerativa, sintetizado na forma de “donut” e na visão de uma “borboleta” (Raworth, 2019), busca ruptura dos modelos econômicos estagnados, transitando para abordagens *avant-gard* onde se: “exige uma missão tão ambiciosa quanto o pouso na lua” (Mazzucato, 2022, p. 136).

O *green new deal*, frequentemente analisado sob a lógica da soma zero (Nash, 1950), e diante interpretação crítica, apenas reconfigura o sistema ao invés de transformá-lo (Klein, 2019; Hickel, 2020; Acosta, 2022) onde o ganho de um setor implica na perda de outro. No entanto, uma transição ecológica eficaz exige lógica de soma positiva soma não-zero (Nash, *op. cit.*), característica do *design* restaurativo, onde ganhos são compartilhados por todas as partes envolvidas – a concretização da etapa 01.

Nash (1950) sugere que o equilíbrio ideal ocorre quando nenhum participante tem incentivo para mudar sua estratégia unilateralmente, havendo cooperação em vez de conflito.

No contexto do *Green deal*, isso implica alinhar incentivos econômicos e ambientais, como subsídios às energias renováveis e políticas de precificação de carbono justas, para que progresso econômico e regeneração avancem juntos, onde se superaria a visão secular do ganhar-perde, consolidando paradigma colaborativo, sem reproduzir querelas abissais entre Norte e Sul Global.

Etapas 06: A regeneração – segundo Wahl (*op. cit.*, p. 245 e ss.), a regeneração é o desdobramento natural das etapas anteriores, consolidando-se depois do êxito do *design* reconciliatório. Esse processo que enraíza a cooperação e propõe um (re)desenho sistêmico da economia, alicerçado numa ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019), superando a patologia do *greenwashing* associado ao capitalismo verde. Nesse contexto, os princípios da “nave espacial-Terra” de Boulding ([1966]1968), com sua visão de sistema fechado, são ressignificados diante das complexidades contemporâneas.

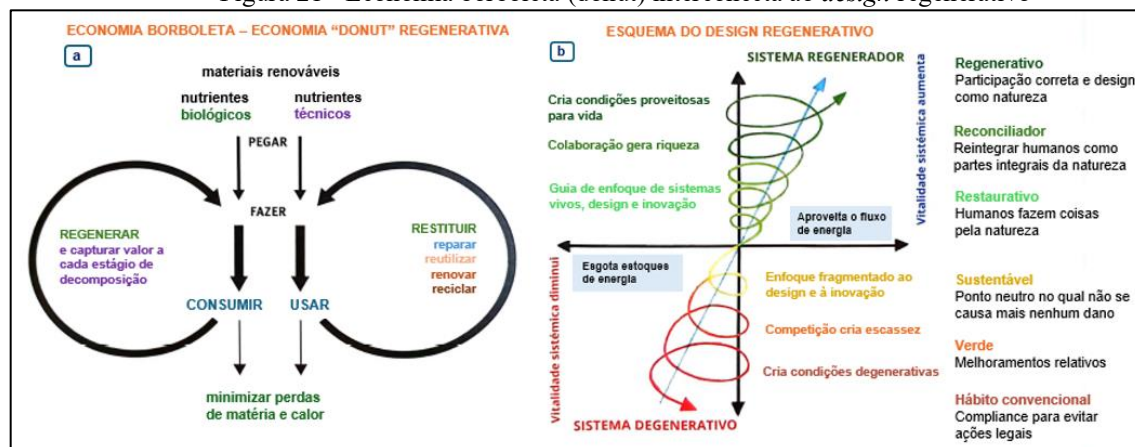
Wahl (*op. cit.*, p. 271), destaca que a regeneração está atrelada à capacidade de adaptação e transformação cultural em resposta às mudanças. Essa concepção converge com a visão de Raworth (2019) sobre prosperidade sem crescimento, pois “economias de regeneração, ao contrário das lineares estagnadas, são regenerativas por concepção” (*idem*, p. 237). Talvez seja sensato incluir epistemes econômicas circulares, sistêmicas e antropocênicas neste contexto. Ulrich Beck (2011, p. 26) afirma que a modernidade não se exime de riscos, mas sua transformação pode legar as futuras gerações sistemas mais ricos, mas o ideal de sustentabilidade, isoladamente, é insuficiente. Decerto que posturas restaurativas e regenerativas seriam uma resposta viável para um futuro habitável. No campo das previsões surgem epistemes estruturantes para econômicas industriais restaurativas, e nesse sentido a proposta da *Ellen MacArthur Foundation* (EMF) observa que:

A economia circular refere-se a uma economia industrial que é restaurativa pela intenção; (...) o termo vai além da mecânica de produção e consumo de bens e serviços (...). O conceito da economia circular baseia-se no estudo de sistemas vivos não lineares e particulares. (EMF, 2013).

O binômio produção-consumo é (re)pensado sob a ótica de uma economia industrial restaurativa? Transcender o ponto neutro do *design* sustentável, é nutrir um sistema regenerativo. Na trama espaço-tempo, a otimização de sistemas macroeconômicos-sociais exige (re)desenho de subsistemas técnico-biológicos não lineares (McDounough; Baungart, 2002). Como já exposto, a simplicidade de um “donut” e leveza da economia “borboleta” (Raworth, 2019) corporificariam um idealismo em prol da transição para modelos restaurativos-regeneradores.

A concepção regenerativa, segundo Montefusco (*et al.* 2025, p. 3, tradução nossa), “Representa uma evolução das abordagens sustentáveis, buscando não apenas minimizar os impactos negativos das atividades humanas” e, poderia ser vista como um reflexo do pensamento malthusiano, ao reconhecer que os esforços humanos por um progresso idealizado esbarram nos limites físicos naturais, expondo o paradoxo entre idealismo socioambiental e restrições materiais (Gudynas, 2004; 2019). Ora, é factível afirmar que ideais de regeneração representam um avanço frente às abordagens sustentáveis tradicionais, nesse sentido:

Figura 21 - Economia borboleta (donut) interconecta ao *design* regenerativo



Fonte: (a) Economia-borboleta: regenerativa por definição (Raworth, 2019, p. 238); (b) *design* regenerativo (Wahl, [2016]2020), *apud* Reed (2006), p. 39); (c) figuras adaptadas pelo autor.

A contextualização do cenário normativo será aprofundada, a seguir, à luz da semiótica (Bittar, 2024; Fontanilli, 2016), em diálogo com as intersecções CTS(A), sombreadas por reflexões de uma economia regenerativa e as 06 etapas deste *design*.

4.6 Semiótica das (eco)diretrizes normativas sob o enfoque CTS(A)

A análise das (eco)diretrizes normativas exigem ir além do texto legislativo, desvendando sua dimensão semiótica e os valores ideopolíticos que moldam sua formulação e aplicação. No contexto do evento Antropoceno, atos internacionais, legislações ambientais e políticas voltadas, em tese, à transição energética e Economia Circular emergem como possíveis respostas às crises climáticas globais, mas também refletem contradições do capitalismo “verde” e linear.

Essa tensão é perceptível na mercantilização de princípios como poluidor-pagador (COPs 03, 15, 24, 27) e a responsabilidade mútua e recíproca (COPs 15, 21, 27), muitas vezes são capturados por práticas de *greenwashing* e ecologia fraca tecnicista (Gudynas, 2004; 2019) onde se questiona: os meios justificam os fins?

A Política Nacional de Transição Energética (PNTE – Resolução CNPE, 08/2024) e a Lei nº 15.024/2024, que cria o “Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa” (SBCE), a PNRS (Lei nº 12.305/2010), e PNDR (Decreto nº 11.962/2024) simbolizam tentativas normativas domésticas de alinhar desenvolvimento e sustentabilidade.

A PNTE, ao estruturar diretrizes para descarbonização e diversificação de matrizes energéticas, e a regulamentação do SBCE simbolizam compromissos globais com a economia de baixo carbono. De forma complementar, a PNRS, ao abordar a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, e a PNDR, ao incentivar o (eco)desenvolvimento regional, incorporam narrativas de justiça ambiental e Economia Circular.

A Resolução 08/2024 (PNTE), estrutura diretrizes para o *signo* da descarbonização e diversificação da matriz energética, enquanto o SBCE busca regular o mercado de créditos de carbono. A PNRS, por sua vez, buscou institucionalizar a logística reversa, e a PNDR, em contrapartida, incentiva o (eco)desenvolvimento regional. Contudo, a semiótica desses instrumentos revela o paradoxo entre a promessa de justiça ambiental e a perpetuação de mecanismos que favorecem a lógica mercadológica da compensação de emissões, sem enfrentar as raízes estruturais da crise socioambiental. No contexto do Antropoceno e outros “cenos”, e, sob o olhar CTS(A), a descarbonização torna-se não apenas um objetivo, mas um símbolo de transição para ideais sustentabilistas. Entretanto, levanta-se questão crítica: até que ponto se trata de um compromisso real com a sustentabilidade ou de um discurso tecnocrático que legitima práticas “esverdeadas” e envelopadas pelo *greenwashing*?

Se descarbonização é apresentada como uma meta prometeica para equilibrar a relação Homem-Ecosfera, não se pode ignorar os antecedentes históricos do Carbonoceno (McBrien, 2022). A exposição das emissões acumuladas, através da cenarização prospectiva, ao longo das épocas, com base nos *inputs* do IPCC (1990; 2006; 2021; 2022), LULUF (2024), e OWID (2024), foi proposta como um instrumento crítico para desnudar a promessa de um sistema-Terra “limpo”. Contudo, como alertou Summerhayes (*et al.*, 2018), qualquer equilíbrio atmosférico real demandaria pelo menos 100.000 anos. No tempo geológico, isso é efêmero; já no tempo social e ambiental, representa uma longa jornada multiexistencial, agravada pelo decaimento acumulativo de 3% ao ano da capacidade de absorção dos sumidouros naturais e pelo carbono atmosférico de longa permanência.

Neste contexto, é factível afirmar a emergência sistêmica de um paradoxo jurídico e ideopolítico: a mercantilização ambiental, materializada na Lei nº 15.042/2024 (SBDE), institucionaliza carbono como ativo financeiro, consolidando uma lógica de compensação

mercadológica, e não de redução estrutural de emissões ou ruptura com o sistema econômico hegemônico, nesse sentido:

“Art. 2º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - atividade: qualquer ação, processo de transformação ou operação que emita ou possa emitir GEE; [...]

VI - Cota Brasileira de Emissões (CBE): ativo fungível, transacionável, representativo do direito de emissão de 1 tCO₂e (uma tonelada de dióxido de carbono equivalente), (...);

VII - crédito de carbono: ativo transacionável, autônomo, com natureza jurídica de fruto civil no caso de créditos de carbono florestais de preservação ou de reflorestamento – (...) de 1 tCO₂e (uma tonelada de dióxido de carbono equivalente), obtido a partir de projetos ou programas de retenção, redução ou remoção de GEE, realizados por entidade pública ou privada, submetidos a metodologias nacionais ou internacionais que adotem critérios e regras para mensuração, relato e verificação de emissões, externos ao SBCE;

[...]

XIII - gases de efeito estufa (GEE): constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha, incluindo dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorocarbonetos (PFCs), sem prejuízo de outros que venham a ser incluídos nessa categoria pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, promulgada pelo Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998; (...)” (BRASIL, 2024)

Ao estruturar o carbono como um ativo financeiro, a Lei nº 15.042/2024 não rompe com o paradigma linear extrativista, apenas o *refuncionaliza*, inserindo a mitigação climática na lógica da mercantilização. Assim, o conceito de “justiça ambiental” torna-se ambíguo, transitando entre um mecanismo real de mitigação e uma ferramenta de *greenwashing* institucionalizado.

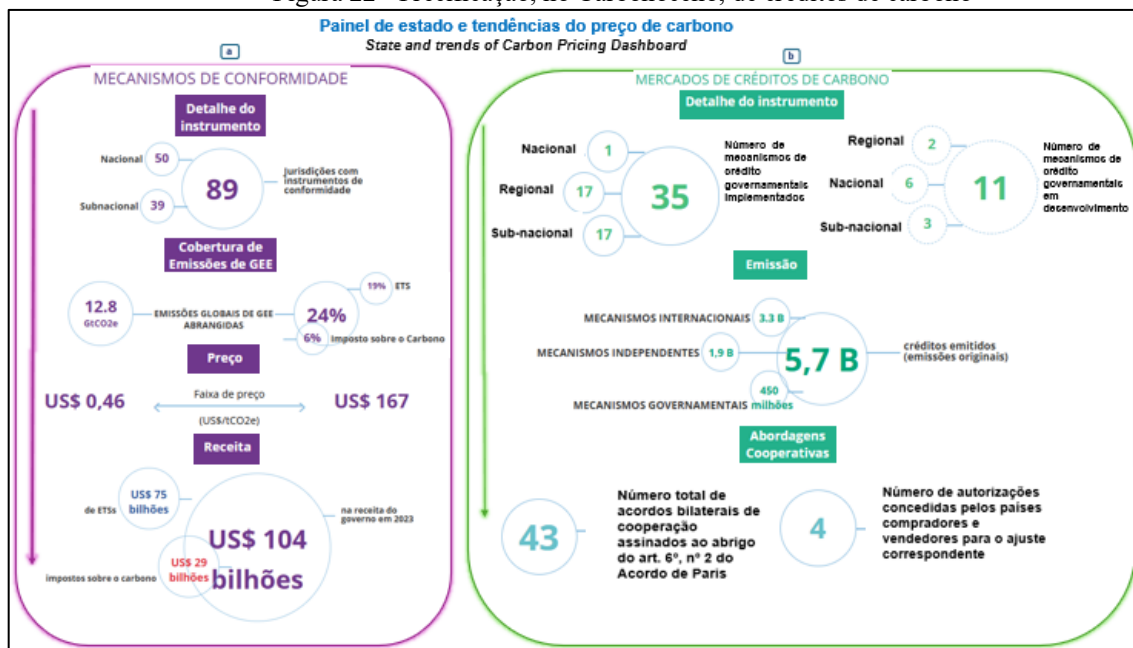
O inciso XIII, do artigo 2º do SBCE reflete a artificialidade do próprio sistema de cálculo de emissões e compensações, construído sobre “régua de cálculo” baseadas no IPCC (2006; 2021; 2022), LULUF (2024) e OWID (2024). Os GEE consignados no dispositivo compõem o construto dos quadros 22, 25, e 26. A métrica “01 tCO₂e” evidenciada no inciso VII e ventilada como “métrica da vida”, sempre carregou uma inquietude CTS(A): a conversão da realidade biogeoquímica do planeta em uma unidade financeira normatizada.

Ora, [(ciência=)+(tecnologia=)+(bem-estar)] são expostos como paradigma no SBCE? A inquietude prevalece, pois se o ideal sustentabilista busca lograr êxito através de uma disruptura antropocênica, a mercantilização (pós)moderna continua apoiada em parâmetros econômicos históricos. Dito de outra maneira, a engrenagem se desvela: “(i) *produzirei* 1 CC (crédito de carbono) sob a métrica tCO₂e (=10³) utilizando *ecodesigns* e respeitando processos biológicos e técnicos de produção circular, para então converter em GtCO₂e (=10⁹) dado aos

números massivos; (ii) *respeitarei* o princípio poluidor-pagador, através de contramedidas criadas em processos científicos balizados na teoria Ator-rede e nas dimensões sustentabilistas; e (iii) *mercantilizarei* os resultados para obter *lucro*.”

A precificação do carbono e os mecanismo de conformidade (*compliance*) estruturam a engrenagem financeira do Capitaloceno e Carbonoceno; nesse caminho:

Figura 22 - Precificação, no Carbonoceno, de créditos de carbono



Fonte: WBO (2024): <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>; Figura (a): mecanismos de conformidade (*compliance*); Figura (b): mecanismos de crédito de carbono. Adaptado pelo autor.

A figura (a.1) expõe 89 jurisdições, incluindo Estados-nações e entes subnacionais, que já implementaram ou estão em processo de desenvolvimento de impostos sobre carbono e Sistemas de Comércio de Emissões (ETS).

A figura (a.2) apresenta a cobertura global de emissões, destacando que, por enquanto 12,8 GtCO₂e são reguladas por instrumentos de conformidade, abrangendo 24% das emissões globais. No detalhe, 19% dessas jurisdições operam sob ETS e 6% adotam impostos sobre carbono, refletindo a adoção desigual desse mecanismo. Aqui é pertinente resgatar a proposta do *cap & trade* (Pearce; Turner, 1989), que, sob a ótica da Economia Circular, propõe um sistema de cotas negociáveis para limitar emissões sem romper com a lógica mercantil.

Já a figura (a.3) detalha a faixa de precificação do carbono, evidenciando variações expressivas entre 0,46 e 167 USD por tCO₂e, por enquanto. A disparidade reflete diferenças estruturais entre economias – algumas adotam preços mínimos para evitar impactos negativos, especialmente em setores intensivos em carbono, como combustíveis fósseis. Índia, Indonésia,

África do Sul e Brasil exemplificam essa abordagem (WBO, 2024). No Brasil, a regulamentação do SBCE em dezembro de 2024, dá início a vigência formal do ETS.

Trazer à tona a proposta “CTS(A) e a equação da vida sustentável e descarbonizada” (quadro 23) e a equação para MDL “ $CC = (AE_{baseline} - AE_{projeto}) \times FE$ ” é fundamental para desvelar as fragilidades da mercantilização climática. No exemplo hipotético, após substituição de parte da energia consumida pela rede elétrica (*on-grid*) por energia *off-grid*, houve mitigação de carbono e geração de 7200 créditos de carbono (CC). Com base na figura acima – e levando em consideração a precificação de carbono (WBO, 2024). No cenário brasileiro, considerando o valor mínimo do crédito de carbono, o montante seria de aproximadamente US\$ 3.312. Em contrapartida, no valor máximo, seriam obtidos até US\$ 1.202.400 – evidenciando a amplitude especulativa e a perpetuação da lógica capitalista, agora ajustada ao esverdeamento sustentabilista de viés antropocênico.

A questão central, entretanto, persiste: o mercado brasileiro é bem regulado? A precocidade de suas diretrizes normativas torna o SBCE vulnerável a distorções, permitindo que práticas como *offsetting* (estratégia de compensação de emissões realizada por empresas, indivíduos ou governos) sirvam mais à neutralização de culpas corporativas do que a uma efetiva redução de emissões. Um campo de disputa global se instaura, onde Estados-nações “correm” para se apropriar da narrativa da descarbonização.

Enquanto isso, regiões economicamente robustas, como União Europeia, estabelecem preços de CC mais altos, pois suas indústrias têm capacidade financeira e tecnológica (investimento em tecnologias limpas) para absorver os custos da transição. A Suécia, por exemplo, fixa sua precificação acima de USD 130/tCO_{2e} (WBO, 2024), um patamar inalcançável para economias emergentes. O preço do carbono, portanto, não é apenas um mecanismo de mitigação, mas um novo instrumento de desigualdade global, onde países do Norte Global estabelecem barreiras econômicas disfarçadas de sustentabilidade, reforçando a dependência do Sul Global em mercados de compensação.

A descarbonização, frequentemente exaltada como a solução para os desafios climáticos contemporâneos, precisa ser analisada sob a lente do desenvolvimento econômico linear e sua pegada de carbono histórica. No período 1750-2000 atingiram 6850 GtCO_{2e}, enquanto no período 2000-2024 esse valor superou 7024,02 GtCO_{2e}, evidenciando que o volume de emissões das últimas décadas supera toda a era industrial até o século XX. Diante cenarização prospectiva (quadro 28), o “saldo negativo” é de 9091,08 GtCO_{2e}, conforme análises do IPCC (2006; 2021; 2022), LULUF (2024), OWID (2024), IAE (2023) e FAO (2022).

Diante dessa realidade, 12,8 GtCO₂e atualmente cobertos pelos instrumentos de conformidade global (WBO, 2024) não representam um esforço real de ruptura, mas um ajuste cosmético, um atraso histórico na jornada de mitigação da catástrofe climática. O evento Antropoceno e os outros “cenos” já ultrapassaram os limites físicos da biosfera, enquanto a sustentabilidade sistêmica ainda se mantém ancorada no antropocentrismo econômico, distante do paradigma regenerativo necessário (Wahl, [2016]2020; Lyle, 1996; Reed, 2007). Boas práticas existem, mas são fragmentadas e insuficientes. Ademais, a repercussão “dos 12,8 GtCO₂e ” será desdobrada no item 5.2

A crítica exposta anteriormente sobre “Economia circular – tardio pensamento (pós)moderno para Eco(no)sfera latente” permanece essencial para interpretar os (eco)mecanismos normativos, dentre os quais, PNTE e SBDE. Trata-se de um remendo tardio e limitado diante a escala da emergência climática.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), são marcos normativos para a incorporação da EC no Brasil. A PNRS, ao focar na gestão integrada e no gerenciamento de resíduos sólidos, e a PNDR, ao promover o desenvolvimento regional sustentável, traduzem e simbolizam uma tentativa de alinhamento aos princípios de justiça ambiental. Contudo, sob a perspectiva semiótica, a monetização dos resíduos e a apropriação corporativa de práticas travestidas de sustentabilidade levantam dúvidas sobre a efetividade dessas normas, pois operam com arenas de disputa, nas quais a retórica da justiça socioambiental se entrelaça com os interesses econômicos. Nesse caminho, para efeitos interpretativos da PNRS, seu artigo 3º, estabelece:

“[...] IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
 [...] XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
 XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;” (BRASIL, 2010)

A gestão integrada de resíduos sólidos e logística reversa, enquanto instrumentos da PNRS, vão além de meros mecanismo técnicos, funcionando como signos normativos que tentam romper com a lógica linear de economia. No contexto brasileiro, esses conceitos não deixam de incorporar influências de Boulding ([1966]1968)], Stahel (1977; 1981; 2006) e

Pearce e Turner (1989), mas são ressignificados e filtrados pelas complexas dimensões política, social, econômica e ambiental do país.

Ao incorporar conceitos como ciclo de vida do produto e circularidade econômica, a PNRS cria conexões entre o discurso global e a realidade local, buscando adaptar ideias universais ao contexto nacional. No entanto, também revela tensões estruturais: a gestão integrada demanda controle social frequentemente barrado por resistências institucionais e empresariais, enquanto a logística reversa, apesar de representar avanço, expõe desafios de reestruturação produtiva, muitas vezes restritos a diretrizes normativas sem real aplicabilidade.

Nesse cenário, a PNRS é uma arena de disputa simbólica? Ora, sustentabilidade e justiça ambiental são conceitos constantemente tentados, negociados e (re)definidos pelo Capitaloceno. A reciclagem, prevista no art. 3º, inciso XIV, emerge como pilar normativo, mas, sob a ótica da *loop economy* e da economia de *performance*, essa visão se revela insuficiente, pois reciclar deve ser o último recurso – superado, em tese, por estratégias de (re)uso e (re)manufatura, que preservam energia, reduzem emissões e evitam desperdícios que, em tese, não geram resíduos.

A economia de *performance*, conforme delineada no “modelo borboleta” de Raworth (2019), propõe o prolongamento do ciclo de vida dos produtos e a otimização de recursos como princípios fundamentais. No entanto, ao priorizar a reciclagem sem avançar para modelos mais robustos de EC, a PNRS reflete tanto potenciais transformadores quanto limitações estruturais, mantendo uma normatividade que ainda não rompe a linearidade. A questão central, então, é: tais diretrizes normativas efetivamente transformaram o discurso em ação concreta, ou permanecem como signos de um ideal distante da realidade? Como exposto Fontanilli (2016, p. 03) em *Manipulação: comportamentos, opiniões e decisões*:

De algum modo, trata-se de um novo capítulo da semiótica da manipulação e da persuasão: como fazer crer, como fazer aderir, como fazer fazer? [sic] Como, portanto, convencer uma dada população a alterar a sua ação e o seu modo de existência? A questão que se coloca aqui não é descrever a estrutura da manipulação, mas, mais propriamente conceber, criticar e desenvolver uma estratégia de manipulação. No entanto, entendemos prontamente que a possibilidade de “transformar os papéis modais”, nesse contexto, está longe de ser operacional

Essa inquietação se estende à PNDR (Decreto nº 11.962/2024), que busca promover o (eco)desenvolvimento em regiões brasileiras, historicamente marginalizadas. Enquanto a PNRS se estrutura a partir de diretrizes técnicas de EC, a Política Nacional de Desenvolvimento Regional tenta descentralizar os benefícios da sustentabilidade, adaptando-os às peculiaridades

regionais. No entanto, essa descentralização não está isenta de tensões: a transposição de conceitos globais, economia em *loop* e *performance*, para contextos locais, evidencia desafios práticos e simbólicos – desde a articulação entre inovação tecnológica e inclusão social, até superação das desigualdades regionais. Nesse ponto, a percepção de Shumacher (1973), que defende soluções locais adaptadas às necessidades regionais como alternativas menos impactantes, torna-se sensata.

A PNDR, assim, assume um papel semiótico crucial simbolizando tanto a possibilidade da sustentabilidade regionalizada quanto os limites estruturais das políticas públicas, carentes de uma implementação eficaz. Se a PNRS enfatiza circularidade econômica, a PNDR expõe a necessidade de superar um viés puramente tecnicista, reconhecendo que o desenvolvimento regional sustentável não pode ser dissociado das realidades sociais, culturais e econômicas locais.

A ausência de um marco legal específico para EC no Brasil, evidenciada pela tramitação inconclusa do Projeto de Lei nº 1874 de 2022, expõe uma lacuna normativa que impacta a efetivação de práticas sustentabilistas inovadoras. Iniciativas como a *Rota da Economia Circular* (BRASIL, MDR, 2019) e a *Estratégia Nacional de Economia Circular* (ENEC, Decreto nº 12.082/2024) buscam atenuar essa defasagem, impulsionando modelos produtivos, em tese, sustentáveis, possivelmente fortalecendo o *ranking* da *commodity* de créditos de carbono brasileira, no cenário global (*fig. 22*).

Tal rota, voltada ao desenvolvimento regional e inclusão produtiva, conecta desafios de gestão de resíduos com oportunidades econômicas locais. Já a ENEC, ao propor uma abordagem sistêmica, rompe com a lógica do descarte e prioriza o compartilhamento, (re)uso, (re)manufatura e reciclagem, alinhando-se a perspectiva mais ampla da circularidade econômica; mas sob qual paradigma de (eco)lógica: ecologia oca (Naess, 1973), forte ou superforte (Gudynas, 2004; 2019)?

O art. 3º da ENEC estrutura diretrizes interconectadas que dialogam com abordagens críticas previamente discutidas: (i) a eliminação da poluição e redução de rejeitos e resíduos: relação direta com a poluição tóxica e a acidificação dos oceanos, marcadores do Carbonoceno (McBrien, 2022) e do Urbanoceno (Chwalczyk, 2020); (ii) aumento do ciclo de vida dos produtos: convergência com a PNRS, art. 3º, IV e com a economia de *performance* de Stahel (1977; 1981; 2006); (iii) produção e consumo sustentável: transcendendo a lógica de consumo linear e promovendo subsistemas técnico-biológicos (McDounugh; Baungart, 2002), em sinergia com o ODS 12, observado a contento no capítulo 5; (iv) regeneração do meio ambiente:

alinhado às seis etapas de Wahl ([2016]2020), indo além da mera mitigação de impactos; e, (v) redução da dependência da Ecosfera e transição justa e equitativa: incorporando princípios de justiça ambiental e desenvolvimento inclusivo, conectados aos ODS 05-09-10-13.

A Estratégia Nacional de Economia Circular, ao confrontar a obsolescência planejada para o *caos* (Packard, 1960) e os resíduos resultantes de um sistema produtivo insustentável (Giolo Junior *et al.*, 2024), estrutura, no art. 4º, cenários estratégicos que, em tese, norteiam a política brasileira:

(i) Criação de uma ambiente normativo e institucional (Art. 4º, I): busca-se estruturar indicadores de monitoramento da circularidade, fomentando um mercado para a (re)utilização, (re)condicionamento e reciclagem, alinhando-se ao conceito de economia em *loop* e de *performance* (Stahel, *op. cit.*), através de parcerias e meios de implementação (ODS 17). Contudo, sem uma regulamentação robusta, há o risco de um mercado autorregulado sem mecanismos concretos de fiscalização e controle social efetivo.

(ii) Fomento à inovação por meio de (eco)*designs* sustentáveis, biomiméticos e regenerativos (art. 4º, II): propõe-se um (re)desenho sistêmico da produção, com incentivo à indústria, inovação e infraestrutura (ODS 09), P&D e C&T circulares, e (eco)alfabetização (ODS 04). A lacuna está na dependência do setor privado para a efetivação dessas práticas, sujeitando a transição ao crivo do mercado.

(iii) Redução da pegada ecológica e de materiais, (art. 4º, III): objetiva a diminuição da extração de recursos naturais, alinhando-se a noção de limites planetários (Rockström; Gaffney, 2009), consumo e produção responsável (ODS 12), e aos impactos cumulativos do Carbonoceno (McBrien, 2022). Entretanto, ao não estabelecer metas vinculantes claras, o cenário pode se limitar a um idealismo simbólico.

(iv) Engajamento interfederativo e valorização da EC inclusiva (art. 4º, IV): reconhece o papel dos catadores de materiais recicláveis e a mão de obra informal. O desafio, contudo, reside na transição dessa força de trabalho, respeitando o trabalho descente e crescimento econômico (ODS 08), para cadeias produtivas mais estruturadas, evitando sua instrumentalização como mão de obra precarizada sob um discurso verde.

O Decreto nº 12.082/2024 (ENEC) é um “decreto autônomo”, não regulamentar. Fundamentado no art. 84, inciso VI, alínea “a”, CF/88, permitindo ao Presidente da República dispor sobre a organização da administração pública federal, mas sem criar obrigações vinculantes ou mecanismos sancionatórios, além de existir um mosaico de diretrizes que orbitam crise climática, meio ambiente, sustentabilidade etc.

Essa fragmentação normativa não é apenas temática, mas também hierárquica. A ausência de uma base legal unificada para EC gera disparidades entre instrumentos normativos: enquanto a PNRS e o SBDC são Lei, a PNTE e a PNDR são decretos; A ENEC se insere nesse limbo normativo como um “decreto autônomo” sem caráter vinculante, o que reforça a vulnerabilidade diante mudanças políticas e econômicas. Sem força de *Lei*, sua revogação é simplificada, podendo ser substituído por outro *decreto* autônomo, seja pelo mesmo ou por outro chefe do Poder Executivo. O PNEC (Projeto de Lei nº 1874/2022) seria a espinha dorsal para integrar essas iniciativas em um plano estruturado, alinhando os objetivos nacionais às demandas globais. Sem aplicação coercitiva (*enforcement*) real, o discurso da EC permanece um ornamento jurídico, uma embalagem verde para um sistema linear disfarçado de sustentável.

Essa lacuna normativa também se reflete no *design* regenerativo de Wahl ([2016]2020), cujas etapas encontram paralelos nas diretrizes normativas e práticas brasileiras, embora de forma fragmentada. A Etapa 01 – abandono de práticas lineares, esbarra no extrativismo estrutural do Brasil, historicamente dependente de combustíveis fósseis. Já a Etapa 02 – *Greening*, traduz o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental (art. 225, CF/88), mas sua efetividade é comprometida por uma sustentabilidade fraca e tecnicista (Gudynas, 2019).

A Etapa 03 – sustentabilidade, reflete iniciativas como a PNRS e a PNDR, que promovem circularidade econômica e (eco)desenvolvimento regional, mas ainda enfrentam tensões entre inovação e práticas convencionais. A Etapa 04 – reconciliação, simboliza esforços em harmonizar a relação Homem-Ecosfera, como projetos de reflorestamento e recuperação de biomas (sumidouros naturais), contudo haveria um ponto de inflexão no estado brasileiro diante a escalonada de desmatamentos e prática reiterada de queimadas? A Etapa 05, de restauração, exige uma visão integrada de saúde socioecológica, ainda ausente em políticas públicas amplas, limitando o impacto das ações existentes. Já a Etapa 06, do *design* regenerativo, permanece um horizonte aspiracional (H3, Sharpe, 2013), exigindo ruptura efetiva com as práticas econômicas e culturais vigentes. Como destaca Bittar (2024, *ii*): “Como todo ato fundador tem o condão de produzir uma transformação, ele está imbuído da força das palavras que desvelam, fundam e constituem uma realidade”.

A interconexão entre diretrizes locais e globais pode gerar um “efeito cascata”, consolidando uma glocalização e possível engajamento global-local (Robertson, 1992; Roudometof, 2016). Nesse contexto, talvez seja possível testemunhar um pós-abissalismo antropocênico, onde EC seria um eixo de compreensão geopolítica. Valor e economia seriam

ressignificados sob a ótica CTS(A), para a conformação de uma nova geopolítica da sobrevivência humana no sistema-Terra, dito de outra maneira, uma geopolítica circular?

4.6.1 *Circularidade normativa transnacional*

Este item não busca exaurir legislações internacionais, mas expor sua presença e significado. Tal como no tópico anterior, a semiótica é essencial para compreender as nuances das (eco)diretrizes em escala global e sua projeção na conformação de uma “nova geopolítica” circular para o sistema-mundo. A geopolítica, enquanto campo de estudo das relações de poder no espaço global, é chave para entender como a EC se insere no sistema-mundo. Como ressalta Ignacio Ramonet em *Geopolítica do Caos* (1998, p. 18, tradução nossa),

Já não se ignora que vivemos, neste final de século, um período de rupturas, de quebras, de recomposição geral das forças geoestratégicas, das formas sociais, dos atores econômicos e dos referenciais culturais. Em toda parte, alarmes e desânimos sucedem à grande esperança de uma 'nova ordem mundial'. Esta, como se sabe agora, nasceu morta. E nossas sociedades, assim como em épocas anteriores de transição, se perguntam se não estão caminhando em direção ao caos.

A ponderação de Ramonet é fundamental. Ainda que sua obra remeta ao final do século XX, a tensão entre ordem e caos permanece central na transição geopolítica contemporânea. Como discutido a Economia Circular se insere nessa disputa como um *signo* de resiliência, e, em tese, de liderança estratégica. Nessa lógica, José W. Vesentini, em *Novas Geopolíticas* (2012), argumenta que a crise das geopolíticas clássicas deu lugar a novas abordagens, como a geopolítica da sustentabilidade. Essa mudança desloca o foco das disputas territoriais, embora existam, para uma lógica de fluxos, redes e governança transnacional. A EC, articulada por pactos globais e legislações regionais, não é apenas um instrumento regulatório, mas também um símbolo de poder normativo e inovação.

Trata-se de um cenário de complexidades e fragmentação, onde Estados-nações e organismos internacionais buscam reafirmar sua relevância no sistema-Terra, multifacetado, mas interdependente. Nesse contexto, Economia Circular emerge como uma narrativa de resiliência e, em tese, de liderança estratégica, especialmente em regiões que disputam o protagonismo global. Como prova Vesentini (2012, p. 75-76): “A nova (des)ordem seria caótica ou desprovida de sentido?”, em contrapartida afirma que “O sistema mundial hoje repousaria sobre dois pilares: o mercado e a ideologia da comunicação, que substitui a ideologia do progresso.”

A interseção entre geopolítica (Ramonet, 1998; Versentini, 2012) e semiótica (Bittar, 2024; Fontanilli, 2006) nesse contexto é incontestável. As normas globais da EC ultrapassam a mera obrigação jurídica, pois comunicam valores, compromissos e uma narrativa de futuro sustentável. No entanto, a pergunta que se impõe é: quem de fato, está moldando o futuro? A seguir, será observado como diferentes “territórios” no sistema-mundo incorporam (ou instrumentalizam) essa circularidade normativa:

(i) Hemisfério Norte: União Europeia (UE) – Pioneirismo e Ambição Verde: Com ~447 milhões de habitantes (WBO, 2023), a UE se consolidou como líder global no avanço da EC, articulando uma identidade baseada, em tese, na sustentabilidade. O *European Green Deal* (EUR-LEX, 2019) apresenta-se como um “contrato social ecológico”, prometendo neutralidade climática até 2050 (ver quadro 30) e estruturando iniciativas como o *Plano de Ação para a Economia Circular* (CEAP, EUR-LEX, 2020), impondo diretrizes rigorosas para setores intensivos, enfatizando o *design* sustentável, reciclagem e redução de emissões industriais (Estratégia de Sustentabilidade para Produtos Químicos, CEAP, 2020).

Esses documentos não são apenas legislações técnicas, mas representam signos normativos que moldam nova identidade coletiva europeia. Termos como “transição justa”, “resiliência ambiental” e “neutralidade climática” ressignificam o papel da UE no cenário global. Essa narrativa é reforçada por regulações como o *Regulamento de Taxonomia Verde da UE* (EUR-LEX, 2020/852), que categoriza atividades econômicas sustentáveis e define o vocabulário (normativo) para um mercado de finanças verdes; sob esse prisma, a UE estaria projetando-se como líder “ética” e econômica no enfrentamento da crise climática?

Essa autoproclamada liderança ética deve ser questionada não apenas no presente, mas à luz da história. O mesmo continente que hoje se apresenta como vanguarda ecológica teve papel central na degradação ambiental global – da Revolução Industrial à colonização e exploração de recursos naturais. A intenção não é promover uma “culpa histórica”, mas evidenciar a ambivalência europeia: quem degradou, agora reivindica protagonismo climático. Ainda assim, disparidades internas desafiam essa narrativa homogênea. Economias periféricas, como as do Leste Europeu, enfrentam entraves estruturais para adotar normas circulares com a mesma intensidade que potências como Alemanha e França. Países fortemente dependentes de combustíveis fósseis, como Polônia e Hungria, resistem ao *Green Deal*, fragmentando o bloco.

Se, por um lado, a UE exporta uma imagem de vanguarda sustentável, por outro, suas próprias contradições internas expõem as dificuldades em universalizar a transição verde através do “contrato social ecológico”. Como alerta Versentini (2012, p. 78): “poder-se-ia então

denominar a nova ordem mundial como pós-moderna, apenas de não haver uma definição canônica da pós-modernidade”. O *Green Deal* impulsiona novas regulações em outros territórios, consolidando um efeito cascata normativo, estas, ao seu turno, estariam sob a sombra de um modelo eurocêntrico?

(ii) Hemisfério Sul: A África e a Circularidade como resistência: Com ~1,4 bilhão de habitantes (WBO, 2023), a África emerge como um continente de potencial singular para EC, onde práticas locais de reaproveitamento e adaptação são ressignificadas como estratégias de resiliência socioeconômica. Países como Ruanda e África do Sul lideram iniciativas emblemáticas, refletindo abordagens que vão além da técnica e incorporam a circularidade como estratégia de sobrevivência.

Ruanda, muitas vezes chamada de “a nação mais limpa da África”, implementou o banimento do uso de plásticos em 2008 (RUANDA, Act. nº 57/2008), consolidando-se como pioneira na luta contra o Plasticeno. Já na África do Sul a *Estratégia Nacional de Gestão de Resíduos da África do Sul* (2011) e a legislação *Waste Act* (SOUTH AFRICA, Act. 59/2008) estabeleceram diretrizes para a (re)utilização, reciclagem e recuperação de resíduos, visando a redução do descarte em aterros e impulsionando uma transição para práticas circulares; neste contexto, Failler (*et al.*, 2020) ao cotejar o Mecanismo Africano para Economia Circular para o crescimento verde estabelecido na Agenda 2063 da União Africana (UA, ACEF, 2020) afirma:

A transformação da economia azul em uma força motriz do crescimento sustentável na África depende da adoção de modelos inovadores de governança, financiamento climático e acesso à tecnologia, elementos fundamentais para superar as desigualdades estruturais que ainda persistem no continente. (Failler *et al.*, 2020, p. 18)

Iniciativas como o *African Circular Economy Alliance* (ACEA), lançada formalmente na COP-23, evidenciam esse avanço. Liderada por governos africanos, a coalizão reúne Gana, Nigéria, Ruanda, Côte d’Ivoire, África do Sul e Etiópia, promovendo cooperação regional e soluções sustentáveis. Nesse contexto, a Economia Circular não apenas otimiza recursos, mas também alavanca crescimento econômico, geração de empregos e resiliência ambiental como políticas sustentabilistas de fundo.

A narrativa circular africana carrega uma dualidade estrutural. De um lado, representa esperança e viabilidade de modelos alternativos em economias em desenvolvimento; de outro, enfrenta desafios como infraestrutura precária, acesso restrito a tecnologias sustentáveis e políticas fragmentadas. A EC na África simboliza uma luta por autonomia ambiental e econômica, onde a circularidade não é opção, mas condição de sobrevivência diante das

desigualdades globais. O financiamento climático e a transferência de tecnologias – temas recorrentes nas COPs – surgem como elementos centrais para superar tais obstáculos. Assim, a circularidade no Sul global transcende o tecnicismo eurocêntrico. Como questiona Ramonet (1998, p. 48): “Em vez de pensar o mundo com base em parâmetros econômicos, como deseja o dogmatismo neoliberal, não seria necessário reconstruí-lo a partir de dados ecológicos?”

(iii) Hemisfério sul e leste: Oceania e a circularidade econômica como resiliência insular: Com ~43 milhões de habitantes (WBO, 2023), a Oceania, liderada pela Austrália e Nova Zelândia, mas também englobando nações da Melanésia (Papua-Nova Guiné, Fiji e Vanatu), a Micronésia (Kiribati e Palau), a Polinésia (Samoa e Tonga), adota medidas pioneiras em Economia Circular, refletindo os desafios enfrentados por nações insulares.

A Austrália, por meio do *National Waste Policy Action Plan* (NWPAP, 2019), estabeleceu metas ambiciosas para a redução de resíduos plásticos, promovendo o reaproveitamento industrial para aumentar a reciclagem e eliminar a exportação de resíduos plásticos até 2030. Na Nova Zelândia, o compromisso com o carbono zero até 2050 (ZCAA, 2019) estrutura um modelo de circularidade voltado para energia renovável e economia comunitária, reforçando uma visão de desenvolvimento resiliente. Inserido neste contexto, em *Is Sustainability Sustainable?* (Zorn; Collins, 2007, p. 413, tradução nossa) afirmam: “Assim, adotar a sustentabilidade porque está na moda não é inteiramente algo ruim. Não se segue, por exemplo, que a adoção de uma moda necessariamente não terá um impacto substancial.”

Em países insulares, iniciativas moldam o discurso ambiental. Fiji (Melanésia) proibiu, em 2020, a produção, venda, fornecimento e distribuição de sacolas plásticas de uso único, estabelecida pela *Environment Manegement (Budget Amendment)* (2019), expandindo a restrição para produtos de poliestireno em 2021, conforme o *Climate Chage Act* (SPREP, 2021). Samoa e Tonga (Polinésia), adotaram regulamentos para coleta e gestão de resíduos; Samoa, embora não tenha uma normativa circular expressa, promulgou a *Waste Management Act* (FAOLEX, 2010) para coleta, gestão e disposição de resíduos e implementou o *Waste (Plastic Bag) Regulation* (2018), estabelecendo a proibição de importação, fabricação e distribuição de sacolas plásticas de uso único.

Samoa e Fiji são Estados-membros do *Acordo de Pareceria Econômica entre União Europeia e Estados do Pacífico* (EUR-LEX, APE, 2009) que visa a promoção desenvolvimentista sustentável e integração dos países do Pacífico na economia global; Tonga, não faz parte do APE (2009), contudo fomenta (eco)investimentos diretos internacionais (TDIs) simplificando procedimentos de registro de empresas através do *Foreign Investment Act*

(TONGA, 2007). Kiribati e Palau (Micronésia), ainda sem diretrizes de circularidade econômica, são Estados-membros parte do programa de desenvolvimento sustentável do Banco Mundial (PIC9, 2020), focado em desempenho e aprendizados sustentabilistas.

A economia circular na Oceania simboliza resiliência frente à vulnerabilidade insular, mas enfrenta um paradoxo: políticas nacionais progressistas colidem com a dominância global da produção linear, limitando sua efetividade estrutural. Essa dicotomia se intensifica quando se analisa a inserção dessas nações no sistema econômico global. Fiji e Samoa, por exemplo, são Estados-membro do APE (2009), o que permite maior integração comercial, mas também expõe esses países a assimetrias estruturais. Tonga, por outro lado, fomenta FDI's, mas sem um arcabouço regulatório sólido para garantir que esses investimentos não perpetuem práticas predatórias (Tonga, *Foreign Investment Act*, 2007).

Nesse caminho, Tuvalu: o Estado-nação que se tornou um “ilhado ambiental”, materializa disputas globais entre sustentabilidade e abissalismo ambiental. Torna-se, paradoxalmente, tanto epicentro quanto instrumento periférico de legitimação – mero expediente das invisibilidades geopolíticas, conforme apontado por Santos (*et al.*, 2016). Crise climática? Não é um problema teórico para essas nações: é uma sentença existencial, uma manifestação da colonialidade ambiental do Norte Global sobre o Sul Global.

(iv) Hemisfério norte setentrional – Oriente Médio e a circularidade econômica como estratégia geopolítica: Entre as regiões orientais e centrais do hemisfério norte, o Oriente Médio, com ~460 milhões de habitantes (WBO, 2023), historicamente consolidou sua influência global pela exploração de combustíveis fósseis, sendo epicentro da economia do petróleo, ou economia do carbonoceno. No entanto, a narrativa sobre EC começa a ser instrumentalizada como ferramenta de transição estratégica e projeção global, realinhando o discurso da região, em tese, aos compromissos climáticos e tendências econômicas contemporâneas – seria leviano não considerar que o discurso é paradoxal à realidade extrativista embrenhada na região; contudo, nortear as reflexões sob a ótica de Sharpe (2013) e dos “três horizontes” não deixa de ser um ato de esperar (Freire, 2014).

A Arábia Saudita, por exemplo, lidera projetos visionários e o paradigma *Green Growth*. O projeto “Floresta Saudita no Oriente Médio”, ou *Saudi Green Initiative* (SGI, 2021) visa entre outros objetivos, combater as mudanças climáticas, reduzir emissões de carbono e promover a sustentabilidade ambiental no Oriente Médio. Nesse caminho, “As cadeias de suprimentos circulares são mais sustentáveis. Por que, então, elas são tão raras?” (Soufani, 2023, *s/n*).

Design reconciliador ou *greenwashing* estrutural? Ora, o (eco)projeto *Floresta Saudita* se alicerça no plantio de 10 bilhões de árvores para aumentar a cobertura vegetal, mas também na criação de um sumidouro “natural” de CO₂e, que se insere na lógica da precificação ambiental, passível de monetização do mercado de carbono.

Ademais, projetos visionários como NEON, com o objetivo de (re)imaginar a vida urbana (SAUDI VISION, 2030), incorpora tecnologias de cidades inteligentes, mas o *design* construtivo, embora “futurista” e prometeico reside na lógica de sistemas construtivos de carbono intenso. Muito embora não haja uma legislação específica dedicada exclusivamente à circularidade econômica, a *Economia Circular de Carbono* (ECC, 2020) busca implementar programas e iniciativas que incorporem esses princípios.

Os Emirados Árabes (EAU), e Qatar adotaram o plano de sustentabilidade *UAE Net Zero by 2050*, estabelecendo metas para descarbonização e transição energética. No entanto, o modelo econômico dominante segue vinculado aos hidrocarbonetos. Nesse contexto, questiona-se: o Oriente Médio pode, de fato, liderar uma transição verde genuína, ou está apenas reconfigurando o discurso para manter sua influência geopolítica? A EC assume o papel de signo de inovação e transformação econômica, contudo, Petroestados, além do (eco) discurso, estão enraizados no Capitaloceno e Carbonoceno.

Desde a COP-21 (Acordo de Paris, 2015), a redução do uso dos combustíveis fósseis ganhou destaque, ainda que de forma implícita. A COP-26 (Glasgow, 2021) trouxe um avanço ao mencionar a necessidade de redução do uso de carvão e subsídios fósseis, mas em termos atenuados. Na COP-28 (Dubai, 2023), a proposta de transição justa e ordenada careceu de um cronograma concreto, e a COP-29 (Baku, 2024) adiou decisões cruciais para a COP-30 (Belém, 2025), evidenciando o impasse entre compromissos climáticos e interesses econômicos.

(v) Hemisfério Norte: Entre a Europa Oriental e Ásia Setentrional – a Rússia com ~143 milhões de habitantes (WBO, 2023) avança timidamente em iniciativas EC. Sem legislação específica, adota medidas pontuais, especialmente na gestão de resíduos e reciclagem. Iniciativas como a *Estratégia Ecológica da Federação Russa* (RÚSSIA, 2017), o *Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável* (RÚSSIA, 2020) e *Estratégia de Desenvolvimento Socioeconômico de Baixo Carbono da Federação Russa* (RÚSSIA, 2022) buscam alinhar às metas globais de emissões. No entanto, a forte dependência de combustíveis fósseis e a ausência de um marco regulatório abrangente limitam a transição efetiva para a circularidade. O relatório da UNEP (2021) destaca o potencial da EC na Europa Oriental e Rússia, mas aponta barreiras estruturais, como indústrias extrativistas, infraestrutura precária para reciclagem e resistência à

ruptura com modelos econômicos lineares. Na Rússia, a EC é vista como uma ferramenta para modernização industrial, e o programa de desenvolvimento sustentável russo, busca aprimorar a gestão de resíduos através da estratégia ecológica (RÚSSIA, 2017), nesse caminho:

No nível da EAEU (União Econômica Eurasiática), o desenvolvimento da agenda climática e o aprofundamento da integração na esfera climática são apresentados como uma das principais direções de desenvolvimento da união. (...) Uma taxonomia de projetos climáticos já foi criada; entretanto, ainda é necessário garantir o reconhecimento mútuo das metodologias de contabilização de seus resultados. (...) Caso isso seja alcançado, as empresas dos países-membros da EAEU terão a oportunidade de realizar projetos climáticos nos territórios de qualquer país da união e utilizar as unidades de carbono geradas para compensar sua própria pegada de carbono. (Marakov; Chistikova, 2023, p. 39, tradução nossa).

No contexto russo, a EC carrega uma semiótica de modernização e reposicionamento geopolítico, refletindo o desejo de projetar uma imagem internacional de progresso sustentável. Entretanto, a prática revela um paradoxo: enquanto a narrativa oficial promove circularidade econômica e inovação, a realidade frequentemente prioriza a exploração de recursos naturais, limitando avanços concretos.

(vi) Hemisfério Norte, Sul da Ásia: a Índia, com ~1,428 bilhão de habitantes (WBO, 2023), tem adotado medidas para alinhar desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental. Entre as principais iniciativas, destacam-se a política nacional de eficiência de recursos: *National Resource Efficiency Policy* (ÍNDIA, NREP, 2019), a política da responsabilidade estendida: *Extended Producer Responsibility* (ÍNDIA, EPR, 2016), e as diretrizes para resíduos plásticos: *EPRPlastic* (ÍNDIA, 2016) que, ao seu turno, reforçam a integração de práticas circulares. Além disso, a gestão de resíduos é uma prioridade em áreas urbanas densamente povoadas. Nesse contexto, o programa *Swachh Bharat Abhiyan: Clean India Mission* (ÍNDIA, 2014) visa reduzir a defecação a céu aberto, e aprimorar a gestão de resíduos sólidos e reciclagem em meios urbanos e rurais. O *design* restaurativo salutogênico - Etapa 04 para o *design* regenerativo (Wahl, [2016]2020) – poderia servir como alavanca para políticas sustentabilistas, alinhadas a uma ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019).

Na Índia, a EC emerge como um signo de renovação cultural e socioeconômica, reinterpretando práticas tradicionais de coexistência com a natureza em modelos econômicos modernos. No entanto, o país enfrenta um paradoxo: avança nas narrativas globais de sustentabilidade, mas esbarra em desigualdades socioeconômicas e disparidades regionais, que comprometem a materialização efetiva dessas práticas. Diante este cenário, Amartya Sen, em *Desenvolvimento como Liberdade*, embora não trate especificamente de circularidade

econômica, destaca a necessidade de abordar questões estruturais para promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável e inclusivo, afirmando que:

O desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de falta de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e de estímulo social sistemático, negligência dos serviços públicos, intolerância ou interferência de Estados repressivos." (Sen, 1999, p. 17).

(vii) No hemisfério Norte e na região Leste da Ásia, a China com ~1,4107 bilhão de habitantes (WBO, 2023), foi a primeira grande economia a institucionalizar a Economia Circular em sua legislação com a *Circular Economy Promotion Law* (CHINA, CEPL, 2008). A lei estabelece diretrizes para reduzir o consumo de recursos naturais, reutilizar materiais e reciclar resíduos em toda cadeia produtiva, respondendo à crescente pressão ambiental, urbanização acelerada e industrialização massiva.

Os “Planos Quinquenais”, estruturados sob uma política econômica de projeto, reforçam essa diretriz. O 14º Plano Quinquenal (2021-2025) (CHINA, 2021) fortalece a ideologia de uma (eco)civilização, promovendo a transição para uma economia verde por meio da eficiência energética e hídrica, redução de resíduos industriais, reciclagem de eletrônicos e plásticos e a expansão da economia de projeto. Esta abordagem, de viés prometeico, prioriza a produção sustentável e a reutilização de materiais em setores estratégicos como manufatura, construção civil e energia.

A economia de projeto é pilar dos planos de circularidade, firmado na otimização de recursos desde a concepção de produtos e serviços (*design*) para minimizar impactos ambientais. Essa abordagem é impulsionada pela integração de tecnologias (C&T + P&D), incluindo inteligência artificial e *blockchain*, que aprimoram a logística reversa e monitoram cadeias de suprimentos. Essas inovações são protagonistas da *Lei de Promoção da EC* chinesa (CHINA, 2008), consolidando o país como referência em circularidade planejada.

Contudo, a EC chinesa enfrenta um paradoxo e escalonamento, pois sua implementação esbarra em desafios estruturais impostos pela escala expressiva de produção e consumo. Embora os planos sejam ambiciosos, disparidades regionais e a dependência de combustíveis fósseis evidenciam tensões entre discurso e prática. Além disso, a abordagem *top-down* do governo da República Popular da China, prioriza crescimento econômico em detrimento de práticas regenerativas.

Sob a ótica da regeneração a Grande Muralha Verde da China representa um exemplo de *design* reconciliador - Etapa 04 do *design* regenerativo (Wahl, [2016]2020), no combate à desertificação no Deserto de Gobi. No entanto, para além de sua função restaurativa, a iniciativa

também pode ser compreendida como um sumidouro “natural” de CO₂e, passível de mercantilização como crédito de carbono, evidenciando a interseção entre regeneração ecológica e dinâmicas de mercado.

A China, utiliza planos quinquenais para consolidar a narrativa da (eco)civilização, integrando sustentabilidade ao desenvolvimento industrial. No entanto, como maior emissor de CO₂e do sistema-Terra, enfrenta contradições estruturais. Um exemplo emblemático é a construção da “Usina Hidrelétrica de Três Gargantas”: símbolo de energia renovável, mas responsável por altas emissões na construção, deslocamento de um número massivo de pessoas e transformação de ecossistemas inteiros. A construção civil chinesa responde por 40% das emissões de carbono do país (Yuan, *et al.*, 2024), ilustrando o (des)encaixe entre metas de sustentabilidade e práticas reais.

A economia de projetamento, promovida nos planos quinquenais, utiliza a circularidade como um signo de harmonia ecológica, paradoxal à economia em rápido crescimento. A urbanização acelerada, impulsiona infraestruturas que contradizem os princípios regenerativos, enquanto a dependência de carvão desafia a narrativa de uma economia verde. Embora líder em energia renovável, também é responsável por 27% das emissões globais de CO₂e (EMF, 2021), expondo o embate entre progresso tecnológico e impacto ambiental.

([C&T] + [P&D]) são evidenciados como conquistas chinesas, que, por sua vez, utilizam a semiótica do progresso para projetar a imagem de potência global sustentável. O Professor Yong Geng, afirma: “A economia circular na China evoluiu de uma estratégia focada na gestão de resíduos para uma abordagem mais abrangente, integrando eficiência de recursos e inovação industrial.” (Geng; Fujita; Chiu, 2012, p. 216, tradução nossa). A industrialização é ressignificada como símbolo de inovação, mas o paradoxo emerge: carros elétricos, terras raras, exploração de biomas em busca de matéria prima para (re)desenhos, desvelam o paradoxo entre os signos de sustentabilidade e a pegada ambiental oculta nos bastidores de uma narrativa regenerativa.

(viii) No hemisfério Norte e Sul Oeste, o novo mundo, as Américas com ~1.0326 bilhão de habitantes (WBO, 2023). A EC na América do Norte reflete abordagens distintas. Nos Estados Unidos não há uma política nacional unificada, mas estados como a Califórnia lideram com legislações como a *California Circular Economy and Plastic Reduction Act* (CALIFORNIA, SB 54/2022), conhecida como *CalRecycle*, que regula produção e descarte de plásticos. Empresas privadas como *Apple* e *Tesla*, impulsionam inovações em reciclagem e *design* sustentável seguindo parâmetros da *Circular Economy Strategies* (EPA, 2021). No

entanto, a fragmentação regulatória entre estados (regiões subnacionais) e a dependência de iniciativas privadas revelam a tensão entre interesses corporativos e sustentabilidade sistêmica, apesar da EC ser vista como signo de inovação e competitividade empresarial.

O Canadá, em contrapartida, avança com o *Zero Plastic Waste Strategy* (CANADÁ, 2018), reforçando o compromisso nacional com a sustentabilidade. A narrativa canadense ressignifica a sustentabilidade como um signo de preservação ambiental, alinhado a identidade nacional de “guardião da natureza”. Contudo, essa narrativa colide com a dependência de indústrias extrativistas, em particular, mineração e petróleo, além do impacto ambiental no Ártico (EMF, 2021).

Na América Central, a EC é impulsionada por iniciativas comunitárias e políticas nacionais voltadas à sustentabilidade. A Costa Rica integra ideopolíticas de circularidade no *Plano Nacional de Descarbonização 2050* (COSTA RICA, 2021), com foco em agroecologia e energia renovável. Honduras, El Salvador e Panamá desenvolvem iniciativas locais para reutilização de resíduos e bioenergia; contudo, a dependência de financiamento externo e a falta de infraestrutura adequada limitam a expansão dessas práticas.

Na América do Sul, a circularidade avança em meio a contradições entre exploração de recursos naturais e práticas sustentáveis. O Chile, implementou a *Lei de Reciclagem e Responsabilidade Estendida do Produtor* (CHILE, 2016), pioneira no continente, promovendo ideais sustentabilistas no setor de mineração e resíduos sólidos. No entanto, a identidade sustentabilista sul-americana, incluindo o Brasil, enfrenta contradições diante, desigualdades socioeconômicas, falta de infraestrutura e contradições entre exploração de recursos naturais e a sustentabilidade (EMF, 2022), associadas à justiça ambiental e à proteção de biomas únicos.

Propositadamente, foram apresentados dois exemplos para América do Sul, contudo o Observatório Parlamentar de Mudanças Climáticas e Transição Justa (OPCC) apresenta um resumo abrangente da situação legislativa ambiental na América Latina e Caribe, cobrindo 28 países. O “Monitor Legislativo” aponta a existência de 2080 leis ambientais, 9 legislações específicas de marco sobre mudança climática, e 563 projetos de lei atualmente em tramitação. No Brasil, o OPCC identifica a Lei nº 6.938/1981 (PNMA), além de 66 legislações ambientais e 117 projetos de lei, dentre os quais o PL 1874/2022 (PNEC); contudo, como pontuado anteriormente, há o decreto autônomo sobre *Estratégia Nacional de Economia Circular* (Decreto nº 12.082/2024). Na América Latina, conforme o OPCC, há inúmeras legislações aprovadas e vigentes no contexto ambiental, 111 das quais, na atualidade, dialogam com parâmetros de resíduos e Economia Circular, a saber:

Figura 23 - Mosaico normativo Latino-Americano Ambiental



Fonte: CEPAL <https://www.cepal.org/en/opcc>, OPCC (2024); adaptado pelo autor.

(Re)visitar a “intuição de Dante” (*apud* Reale, 2002, p. 60) seria sensato, pois a conformação de diretrizes normativas pasteurizadas por ideais sustentabilistas tomou vulto no sistema-Terra. Vittorio Ancarani expõe em *Globalizando o mundo: ciência e tecnologia nas relações internacionais* que,

A introdução de tecnologias avançadas em uma economia global durante a última década alterou radicalmente as relações entre os estados, ao mesmo tempo em que aumentou a presença e a eficácia das empresas multinacionais. (...) A desaceleração recente da economia mundial vem se revelando um fator mais forte e agravante da rivalidade entre Estados e empresas. Os blocos comerciais e o protecionismo paroquial provavelmente serão incluídos nos pacotes de políticas elaborados pela maioria dos países industrializados. (Ancarani, 1995, p. 652, tradução nossa).

Mesmo diante da possibilidade de uma “nova” geopolítica circular, o capítulo 5 busca revelar os paradoxos que atravessam a governança (in)sustentável atual. O acúmulo histórico de CO₂, a manutenção de modelos extrativistas e a retórica da descarbonização revelam uma circularidade que, muitas vezes, apenas gira no vazio. A falácia sustentabilista, ao se institucionalizar, transforma a crise ecológica em narrativa técnica, eficiente na forma, mas ineficaz na ruptura. O que se questiona, enfim, é se tal dinâmica continuará orbitando o mesmo eixo, ou se há espaço para redirecionar o próprio curso. Talvez o redirecionamento esteja na Era Ecozóica (Berry, 1991) que, ao seu turno, pavimentaria a *disruptura* e a *fuga* de uma “era tecnozóica antropocênica circular”, ainda arcada pela dominação técnica sobre a vida e discurso sustentabilista hegemônico. Esse gesto não seria técnico – mas sim, civilizatório –, onde a Pós-sustentabilidade despontaria não como ajuste, mas como ruptura real.

5 PÓS-SUSTENTABILIDADE?

Como responder a indagação acima, se sequer há sustentabilidade no sistema-Terra? A indagação poderia ser leviana a primeira vista; no entanto, a cenarização prospectiva exposta nos capítulos anteriores – seja na geolocalização da humanidade, no *tempo* geológico e social-legal-ambiental, ou nas promessas, paradigmas e limitações sobre Economia Circular – revela que, para que exista um “*pós*”, é preciso que haja um “*pré*”. E este “*pré*”, ao que tudo indica, nunca se materializou de forma sistêmica, justa e ecologicamente suficiente. Tal como a celeuma temporal do *evento* Antropoceno, em que se conjectura um início, mas não se define um término que o caracterize como “Época” distinta do Holoceno, questiona-se: a sustentabilidade deveria ter um início e fim, para assim então se evidenciar uma pós-sustentabilidade? Enrique Leff (2006, p. 65) nos recorda que “sem ruptura epistemológica, não há possibilidade de reinvenção civilizatória”.

Talvez seja mais preciso afirmar que há apenas instrumentos de desenvolvimento econômico sustentável – mecanismos que parcialmente mitigam impactos, mas não rompem com a lógica que os gera. Novamente, a cenarização prospectiva das emissões de GEE, discutida nos capítulos anteriores desvela que sustentabilidade e [(C&T)+(P&D)], desenvolvimento, crescimento, e progresso são forças antagônicas. Se os instrumentos sustentabilistas orbitam o pensamento desenvolvimentista, o (re)pensar permanece enraizado no evento Antropoceno, preservando a estrutura que deveria superar. O Capitaloceno e Carbonoceno são, paradoxalmente, o fio condutor que alinha o (eco)existencialismo humano? Ora, haveria realmente uma fuga do antropocentrismo? Ou estaríamos apenas diante um novo ciclo de (eco)aprisionamento sistêmico? Naomi Klein (2015, p. 58) adverte que “a tentativa de conciliar capitalismo com ecologia nada mais é do que uma extensão da crise sob novas cores”.

Geolocalizar o humano na trama espaço-temporal expõe o arquétipo extrativista e legados ambientais irreversíveis – *footprints*, hereditários de um padrão multiexistencial. Apreender uma cosmovisão holocênico-antropocênica, além dos outros “cenos” não basta, pois a pergunta sempre foi: “Antropoceno? Para quem?” Esse questionamento desloca o olhar além do tempo geológico, para o tempo social-legal-ambiental e suas implicações. O *dever* sustentável seria um utopianismo malthusiano?

A simbologia sustentabilista antropocênica exposta em (eco)diretrizes, políticas públicas, arcabouços normativos e sistemas que abraçam a circularidade econômica não questiona ou enfrenta raízes estruturais consolidadas. Na percepção de Reale (2002), o tridimensionalismo sustenta a criação de normas jurídicas; um fato é valorado, e tal valor enseja

uma norma moral ou jurídica. A norma moral é entendida como unilateral; No entanto, a norma jurídica é bilateral, heterônoma, atributiva e coercitiva. A questão é: quais fatos são relevantes para serem valorados, e quais valores são ínsitos ao humano? Neste ponto, (re)visitar a “Intuição de Dante” (*apud* Reale, 2002, p. 60) é sensato, pois: “o direito é uma proporção real e pessoal, de homem para homem, que conservada, conserva a sociedade; corrompida, corrompe-a.”

Se a geolocalização do humano consolida o Antropoceno e seus múltiplos “cenos” como realidade complexa; a circularidade econômica surge como uma resposta prometeica, projetando-se como “elo perdido” entre economia, ser humano e Eco(n)osfera. Diferentes *designs* emergiram numa busca desenfreada por soluções – do sustentável, ao biomimético e, destes, ao regenerativo –, mas limitações tornaram-se evidentes na incapacidade de romper a lógica acumulativa que impulsiona o sistema-humano. O carbono continua a se acumular, a extração segue (re)configurada sob novos rótulos, e a promessa de equilíbrio ecoa como uma falácia termodinâmica. Como alerta Boaventura de Sousa Santos (2007, p. 22), “o problema não está apenas na ausência de alternativas, mas na monopolização das alternativas possíveis”.

A defesa de uma economia verdadeiramente regenerativa, por sua vez, tem sido capturada por um binarismo desgastado, onde o embate entre ajustes incrementais e rupturas estruturais paralisa a própria possibilidade de ação concreta. Como argumenta Lowy (2021, p. 324), a crítica ao extrativismo e à lógica linear não pode se restringir a uma negação estéril do capitalismo, mas um rompimento com a “micro racionalidade da obtenção de lucros” em favor de uma “macro racionalidade social e ecológica” pautada em novas relações de consumo, cultura e valores; afinal, uma circularidade econômica que não desafia a inércia estrutural não é ruptura: é apenas um ciclo ornamental dentro do mesmo jogo linear. Então, seria o Ecosocialismo uma verdadeira ruptura do capitalismo esverdeado? Ora, já nos idos da década de 1940, Karl Polanyi em *A grande transformação* ([1944]2000, p. 57) criticava a separação da economia do tecido social:

A economia foi institucionalizada como um processo isolado, sujeito a suas próprias leis e independente das relações sociais e naturais. No entanto, essa separação é uma aberração histórica: em todas as sociedades anteriores, a economia esteve embutida no tecido social.

Talvez seja possível observar a afirmação de Polanyi sob outra perspectiva: retirar o crescimento populacional, o extrativismo linear e o desenvolvimento da régua de cálculo permitiria que economia estivesse embutida, ou conjugada, no tecido social. Decerto que existe uma letargia histórica em enfrentar os mesmos problemas estruturais há quase um século. Mas

o que acontece quando se exige um “*pós*”? O que significa uma pós-sustentabilidade que não seja apenas um ajuste, mas uma ruptura?

Este capítulo se propõe a desconstruir a noção de sustentabilidade sistêmico-antropocênica, evidenciando seus limites epistemológicos. Argumenta-se que a chamada transição sustentável tem sido arquitetada não para superar as estruturas hegemônicas, mas para preservá-las sob nova roupagem. A crítica se estenderá à noção de transição sem ruptura, revelando como a Economia Circular e outros discursos sustentabilistas operam dentro de um jogo soma-zero (Nash, 1950), onde ganhos ambientais são anulados por perdas estruturais, perpetuando a lógica acumulativa. Por fim, como nomear um “*pós*” sustentável, considerando abordagens que não apenas (re)pensem o modelo vigente, mas rompam com ele, instaurando, em tese, novos paradigmas de (eco)organização social e econômica. Entre essas abordagens, o *design* regenerativo será (re)visitado, pois pode representar uma ruptura estrutural ao integrar princípios de ecologia profunda (ou superforte), (re)configurando as bases da sustentabilidade. Mas se a ruptura for real, e não apenas instrumental, haveria um “antropocídio”? Ora, se fosse o caso, engajamento transnacional seria necessário.

5.1 Geopolítica circular? Um possível (re)desenho do sistema-Terra

Anteriormente expressões como “nova geopolítica” e “geopolítica circular”, inspiradas em Ramonet (1998) e Versentini (2012), foram utilizadas para refletir sobre as reconfigurações geoestratégicas impulsionadas pela Economia Circular. A abordagem semiótica (Bittar, 2024; Fontanilli, 2016) sustentou a análise dos papéis modais do humano diante de (dis)rupturas e (re)composições verdes no cenário global. Tais interlocuções, vinculadas a planos, projetos e legislações, emergem em diferentes hemisférios do sistema-Terra. Em tempo, também foram observadas macrorregiões, sem pretensão de cobrir todos os Estados soberanos, reconhecendo a EC como estratégia transversal e adaptável a múltiplos contextos. Mas qual é o denominador comum dessa possível (eco)geoestratégia? Uma geopolítica circular, pautada em ecologia forte e regenerativa (Gudynas, 2004; 2019), ou uma mitigação disfarçada de descarbonização via precificação e comércio de emissões? Se a EC não rompe com a lógica termodinâmica do carbono, seus ciclos permanecem viciados – como uma rotação dentro do mesmo eixo.

Firmar a existência de uma geopolítica circular exige considerar então, a soma dos macrorregiões mencionadas anteriormente e o número total de indivíduos regidos por diretrizes normativas circulares, estimado naquele cenário em 7,4 bilhões de pessoas que (in)diretamente são expostas a (eco)diretrizes. Como dito, algumas regiões foram suprimidas da análise: na

Eurásia, apenas Rússia, Índia e China foram visitadas; nas Américas, o Chile e Brasil. Fato a ser considerado é que todos os entes soberanos possuem peculiaridades, ainda assim, coexistem no mesmo sistema-Terra. Nesse contexto, além de rupturas abissais entre Norte e Sul Global, o duelo entre soma-zero e soma não-zero (Nash, 1950) é protagonista de paradoxos reflexivos. Utilizar o questionamento latouriano “Onde aterrar?” (2020b) demanda cautela; talvez o Prometeu (Cauteloso) latouriano ([2008]2014) possa roteirizar um caminho tanto para a disruptura quanto fuga antropocênica.

Essas peculiaridades moldam dinâmicas geopolíticas, pois: (i) sob a ótica do monoculturalismo, posturas abissais são tensionadas pelo (re)pensar pós-abissalista (Santos, *et al.*, 2016); (ii) na dimensão político-institucional, os Estados-membros convergiram em acordos internacionais onde, (eco)posturas identitárias sustentabilistas emergiram das COPs; e, (iii) na esfera econômica, observam-se (eco)remodelamentos circulares do extrativismo linear. Se há um traço comum no discurso humano, é o *ethos* ecológico, indo além da máxima de Stern (2006, p.01): “(mudança do clima) é a maior e mais abrangente falha de mercado jamais vista.”. Não se trata de uma mera falha de mercado; um possível “*pós*” sustentável não representaria tão somente um (eco) “acertamento” de contas! Nesse contexto, é possível considerar uma sobreposição à máxima de Stern, e dos pensamentos de Löwy (2021) e Polanyi ([1944]2000) anteriormente mencionados.

Entretanto, não se pode perder de vista que o evento Antropoceno – acompanhado de seus múltiplos “cenos” – permanece o fio condutor desse cenário. Se, na atualidade, expressões como descarbonização, carbono neutro ou carbono zero tornaram-se signos amplamente ventilados nos hemisférios do sistema-Terra, a inquietação se impõe: os mecanismos sustentabilistas adotados representam de fato uma ruptura ou apenas um simulacro de transição?

A promessa de uma fuga antropocênica, travestida de inovação e urgência, esbarra na própria estrutura que a sustenta. O verdadeiro “Fio de Ariadne” deste labirinto reside nos MDLs e créditos de carbono, mas a questão essencial persiste: esses instrumentos configuram um caminho de saída ou apenas mais um ciclo de mercantilização sustentável do caos antropocênico? Talvez, no presente, a única resposta possível seja uma crítica contundente, pois, mesmo sob o verniz das (eco)posturas, o arquétipo econômico segue estagnado. Muda-se o rótulo, mas não a lógica subjacente. O que se apresenta como inovação, na prática, é uma refuncionalização estratégica das mesmas engrenagens que, ao seu turno, poderia ser representada pela equação {[eco]+[(C&T) + (P&D)]} na busca por uma vida sustentável.

Uma “nova geopolítica” circular estaria, então, alicerçada na comercialização de créditos de carbono (CC), sob a promessa de garantir a existência humana? Mesmo esverdeadas, (eco)economias capitalistas-extrativistas, inseridas no Capitaloceno, expõem CC como sucesso para um suposto equilíbrio; contudo, é factível considerar que nada mais representa que uma (re)funcionalização – do *agora*, (eco)comércio; além de se tornar protagonista de disputas geoestratégicas (eco)desenvolvimentistas multifacetados.

Como mencionado, há jurisdições com práticas de precificação de carbono irrisórias (0,46 USD – WBO, 2024), amparando-se na justificativa de evitar impactos econômicos negativos – particularmente diante a dependência de indústrias intensivas em carbono para o desenvolvimento. Em contrapartida, Estados economicamente mais robustos praticam valores significativamente mais altos (147 USD – WBO, 2024), amparados pela capacidade de absorver custos e direcionar investimentos em tecnologias “limpas”. Ora, Justiça ambiental ou ecológica existe? Partir da ideologia de “transferência de tecnologias” e “financiamento climático”, pináculos de debates nas COPs, seria sensato.

Há um belo discurso nos encontros anuais, realizados a 30 anos, da comunidade internacional; contudo, é possível considerar estes, pouco pragmáticos e paradoxais diante o não retrocesso da escalonada de emissões de GEE e posturas de aceleração econômica que apenas perpetuam a assimetria global. Um equilíbrio colaborativo entre Estados-nações, fundamentado nos princípios poluidor-pagador e de responsabilidades mútuas, porém diferenciadas seria um utopianismo malthusiano? Se há um ideal para modelar o sistema-mundo, reflexões impulsionadas por CTS(A) e projeções do catastrofismo, serviriam como alicerce para decisões informadas; nesse caminho, Silke Beck em *The Making of Global Environmental Science and Politics* (2016) já afirmava:

As projeções científicas de mudanças climáticas catastróficas - mantos de gelo em desintegração, tempestades violentas e produção de alimentos em declínio - combinaram-se com ansiedades sobre outros problemas ambientais mundiais, como perda de biodiversidade, degradação da terra, distorção dos ciclos de fósforo, poluentes orgânicos persistentes e deterioração dos ecossistemas para gerar protestos políticos intensos (...), (Beck *et. al.*, 2016, p. 1059, tradução nossa).

Haveria um equilíbrio colaborativo entre Estados-nações, fundamentado nos princípios poluidor-pagador e de responsabilidades mútuas, porém diferenciadas? Ou, ainda, se estaria diante a operacionalização de uma estratégia econômica travestida de “sustentabilidade”, voltada não para a ruptura, mas para a (eco)perenidade de um arquétipo? Inquietações que poderiam ser mitigadas com a lógica “soma não-zero”, com o real financiamento climático, ou

até, com a simples transferência de novas tecnologias sustentabilistas – (eco)*know-how* – e respectivo incentivo colaborativo para a construção de uma ruptura antropocênica real.

Se tal afirmação se tornasse realidade, seja num futuro próximo ou remoto, talvez o fetichismo da mercantilização de créditos de carbono se dissipasse, pois com compartilhamento de *know-how* de (eco)inovações, e transferência de (eco)tecnologias não haveria um mercado de carbono, mas um cenário de equilíbrio de precificação comum, onde os Estados-nações, agiriam, em tese, como um ente orgânico simbiótico ao sistema-Terra. Mas, a quem isso interessa? Não ao Capitaloceno; não aos Estados-nações desenvolvidos, quiçá aos emergentes com economias balizadas em carbono intensivo, pois assumir os custos de medidas de eliminação ou mitigação da contaminação “ao limite fixado pelos padrões ou medidas equivalentes que assegurem a qualidade de vida, inclusive os fixados pelo poder público competente.” (Fiorillo, 2000, p. 27), torna-se uma questão estratégica definidora da nova geopolítica circular?

Ora, então a teia-social está, novamente, mesmo diante uma possível (eco)revolução, em uma (eco)corrida econômica em que adequações, refinamentos de políticas sustentabilistas, e refuncionalizações de mercado são o “Fio de Ariadne” para a existência humana.

Uma nova geopolítica balizada em justiça ambiental e ecológica mercantilizada? Gwen Ottinger em *Environmental Justice: Knowledge, Technology, and Expertise* (2017), a princípio traça linhas gerais onde desigualdades e questões ambientais distribuem riscos através de decisões informadas; nesse caminho, embora haja inequidades que se protraem no tempo, há necessidade de diagnosticar problemas e apresentar soluções, não remediações respaldadas em compatibilizações de interesses econômicos transnacionais, e sim, em justiça ambiental.

Começamos esclarecendo os significados de justiça ambiental, argumentando que é um quadro para a compreensão da desigualdade com respeito ao meio ambiente que inclui a distribuição de perigos, a participação na tomada de decisões e o reconhecimento da identidade cultural e do conhecimento único dos grupos marginalizados.

(...)

A justiça ambiental é uma forma particular de entender as desigualdades baseadas em raça e classe na poluição, localização de instalações e aplicação de leis ambientais. Embora essas iniquidades tenham uma longa história, a justiça ambiental “enquadra” - uma forma de olhar para um problema que o diagnostica e aponta para soluções (Ottinger *et. al.*, 2017, p. 1030, tradução nossa).

Então, o “enquadramento” de uma geoestratégia circular deve considerar a geolocalização do humano, imerso no antropoceno? Qual o parâmetro? Talvez, na atualidade: 6850 GtCO₂e no período 1750-2000 e, 7024,02 GtCO₂e no período 2000-2024 (*figs.* 10 a 12)

representem a idealização para uma “geopolítica carbonocênica”, mas circular, com soluções prometeicas para o balance ajustado da permanência de CO₂e na atmosfera e, saldo negativo de 9091,08 de GtCO₂e (quadro 28), sem olvidar a estimativa teórica dos 24.951,975 kg de material radioativo (quadro 17). Uma “nova geopolítica” estaria baseada em ideais sustentabilistas, mas ainda sob a semiótica antropocênica?

Mercantilização de créditos de carbono, MDLs, (eco)diretrizes e precificação de emissões são “máximas” do desenvolvimento sob o julgo do Capitaloceno e Carbonoceno. Estados-nações negociarão créditos de carbono a preços condizentes com seu nível de desenvolvimento, enquanto os demais buscarão crescimento com valores reduzidos (*fig. 22*). Trata-se de um paradoxo, ou então simples adequação à lógica “soma-zero” (Nash, 1950) que dialoga com as reflexões de Ha-Joon Chang (2004) em *Chutando a Escada*, contudo travestida em novas (eco)diretrizes globais de sustentabilidade. Equidade (eco)lógica? Justiça ambiental? O que se almeja? Um desenvolvimento econômico (eco)amigável sob o paradigma de uma ecologia fraca (oca) ou sustentabilidade superforte? Cozzens et al. em *Knowledge and Development* (2008) afirma que o fenômeno das democracias contemporâneas e do desenvolvimento são contestáveis sob a ótica de permitirem o necessário embate em prol da evolução:

Como a democracia, o desenvolvimento é um conceito essencialmente contestado, com muitos vínculos em seu significado para permitir que sempre se assente em uma forma. A palavra invoca o processo e direção, e convida à questão: desenvolvimento para quê? (Cozzens *et. al.*, 2008, p. 787, tradução nossa).

Indagações sobre as complexidades e equilíbrio do desenvolvimento e crescimento foram carreadas por Raworth (2019), Mazzucato (2022), Chang (2004; 2015) e Nash (1950) anteriormente. Ademais, Cozzens (*et al.*, 2018) indaga: “desenvolvimento para que?”, e, neste caminho, o exercício de cenarização prospectiva, adotando o método indutivo, seria adequado para buscar uma resposta ao questionamento e possível conformação, ou (re)desenho, de uma geopolítica econômica circular para um futuro próximo. Projeções de emissões até 2050 evidenciam uma encruzilhada geopolítica e econômica diante da suposta transição para um modelo de desenvolvimento sustentável. Fato é que, a validação das taxas de crescimento de emissões, considerando a trajetória histórica e as projeções atuais, apresenta duas possibilidades distintas:

(i) Cenário *com* Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDLs): taxa de crescimento – inicialmente em declínio progressivo de 0,5% ao ano (WBO, 2024), até a projeção de

estabilização das emissões zero até 2050. Esse cenário reflete a implementação eficaz de políticas de descarbonização, inovação tecnológica e cooperação internacional, conforme delineado no relatório *Net Zero by 2050* (IEA, 2023) que, ao seu turno, se apoia na ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019) e na materialização das *Três Ecologias* (Guattari, ([1989]2022)). Além disso, a efetividade do ODS-17: “Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável”, seria um fator determinante para viabilizar essa desaceleração.

(ii) Cenário *sem* MDLs: taxa de crescimento – aproximadamente 2% ao ano (WBO, 2024) até 2050 com projeções de aumento contínuo das emissões, sem intervenções regulatórias, caracterizando uma “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess (1973), 2019). Esse cenário reflete a manutenção das políticas públicas atuais, sem medidas adicionais de mitigação, resultando em um acúmulo significativamente maior de GEE na atmosfera. O *Relatório sobre Lacuna de Emissões* (PNUMA, 2024) destaca que, nesse contexto, o aumento contínuo das emissões pode levar a um aquecimento global de 3°C até o final do século, inclusive propiciando a intensificação e a recorrência de eventos como *extreme heat* (fig. 01).

Esse modelo de desenvolvimento econômico linear perpetua a lógica do Capitaloceno e Carbonoceno. Dessa forma, a escolha entre sustentabilidade superforte ou tão somente a refuncionalização e manutenção da lógica extrativista se materializa em números. As projeções para 2050, com ou sem MDLs, revelam um cenário alarmante – um panorama que será analisado por meio de cenarização prospectiva no próximo item.

Entrementes, o crescimento de 2% ao ano no cenário sem MDLs segue a tendência histórica das emissões globais, que oscilaram entre 1,5% e 2,5% ao ano desde a Revolução Industrial. Já no cenário com MDLs, a taxa projetada de 0,5% ao ano reflete uma redução progressiva da curva de emissões, baseada na implementação de tais mecanismos, políticas ambientais, (eco)inovações tecnológicas. Soma-se a isso o uso intensivo de *designs* sustentáveis, biomiméticos e regenerativos, os quais, por sua natureza reforçam a necessidade de uma ecologia superforte. Ignorar outras possibilidades de inovação promovidas por C&T + P&D em prol de S+A seria não apenas um erro mercadológico – como advertido por Stern (2006) –, mas um equívoco estratégico com impactos intergeracionais.

A continuidade do crescimento ou desaceleração mencionada acima não é aleatória, mas deriva de modelos adotados pelo IPCC (AR6, Grupo I, 2021; AR6, Grupo II, 2022), pela IEA (2023) e pelo Banco Mundial (WBO, 2024), que indicam que compromissos climáticos robustos poderiam estabilizar ou até inverter a curva de crescimento de emissões.

Contudo, caberá a humanidade lidar com o decaimento de absorção atmosférica do CO₂ e passado, presente e futuro. A conformação de uma geopolítica econômica circular depende da capacidade de internalizar essas variáveis multifacetadas nas tomadas de decisão globais. Afinal, está em jogo (Nash, 1950) um (re)desenho estrutural do modelo econômico vigente, onde a precificação do carbono, os MDLs e a economia regenerativa deixam de ser estratégias pontuais para se tornarem vetores estruturais entre economia e ambiente.

Neste contexto, seriam os ideais sustentabilistas antropocênicos e sistêmicos, balizados em EC, adequados para um futuro próximo e remoto?

5.2 83% de caos e segundos para o fim do mundo

O título deste item não é apenas uma provocação retórica, mas um diagnóstico da crise global contemporânea. Dois símbolos expõem a falência iminente:

(i) O fracasso dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 83% das metas estão fora do caminho para 2030, segundo o Relatório das Nações Unidas (UNRIC, 2024). Apenas 17% das ambições do Acordo de Paris (2015) mostram progresso, evidenciando a falha sistêmica da governança global e a incapacidade de efetivar uma transição sustentável do caos à ordem, e;

(ii) O avanço do Relógio do Juízo Final: ajustado em 2024 para 90 segundos para meia-noite, o *Doomsday Clock* (Bulletin of the Atomic Scientists, 2024), reflete a iminência de colapsos, dentre os quais, os climáticos, sociais e geopolíticos. O tempo não apenas se esgota—ele acelera. Talvez no ano de 2025, seja possível testemunhar outra (re)contagem, como também nos anos vindouros, segundo a segundo: 89...88... 87 (...) e, em pouco tempo, talvez restem apenas 50 ... 49... 48 ... segundos para meia noite.

Segundos para meia-noite? A COP-30 (Belém, 2025) será realizada em meio a essa contagem regressiva. Com promessas renovadas e metas estendidas, o discurso de transição sustentável seguirá ecoando pelos corredores da Amazônia. Mas será esta, a COP que reverterá o curso? Ou apenas mais um marco da inexorável marcha rumo ao colapso? Enquanto isso, a COP-29 (Baku, 2024) já evidenciou sua letargia: negociações vagas sobre combustíveis fósseis, resistência ao financiamento climático robusto e hesitação diante da transferência efetiva de (eco)know-how; COP-31, 2026 – 88 segundos para meia-noite? Líderes mundiais se reunirão diante do agravamento das crises climáticas. As temperaturas seguirão subindo, os eventos extremos se multiplicarão e a governança climática continuará ancorada em pactos frágeis e metas insuficientes?

COP-32, 2027 – 87 segundos para a meia-noite? As grandes falhas sistêmicas das promessas feitas em Glasgow (COP-26, 2021) e no Acordo de Paris (COP-21, 2015) ficarão ainda mais evidentes. Enquanto isso, o mundo seguirá debatendo um futuro de carbono neutro para 2025, mas os sumidouros naturais desaceleram sua capacidade de absorção de CO₂e, transformando projeções otimistas em quimeras inalcançáveis?

E quando restarem 50...49...48 segundos para meia-noite? Se considerarmos um ajuste regular de (-1s) por ano, a COP-79 (2074) marcará 50 segundos para meia-noite. Se o colapso se intensificar, COP-50 (2050) ou até COP-45 (2045) poderão testemunhar esse estágio crítico. Se cada COP representa apenas mais um segundo na contagem regressiva, quanto tempo ainda resta? 50 segundos para meia-noite – COP-79? COP-50? COP-45? O que será discutido então? Em que ponto as cúpulas climáticas deixarão de ser apenas testemunhas passivas do colapso e se tornarão um verdadeiro ponto de inflexão? O tempo não apenas se esgota – ele se comprime. A cada cúpula, a cada compromisso assinado, a cada nova promessa de carbono neutro para 2050, a contagem segue seu curso. O que, afinal, está se sustentando?

A convergência dos dois marcos iniciais deste item expõe a falência estrutural dos mecanismos de transição sustentável. A narrativa de progresso sustentada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) entra em colapso diante de um sistema econômico que perpetua desigualdades, degradação ambiental e uma lógica extrativista irreversível. O discurso sustentabilista antropocênico não se traduz em transformação real, mas apenas em um verniz discursivo sobre desenvolvimento econômico tradicional, agora revestido de retóricas esverdeadas. Se o tempo social-legal-ambiental se aproxima de um ponto de ruptura, não é por acaso: os modelos estabelecidos não foram projetados para transformações estruturais, mas para a perpetuação da (in)sustentabilidade sob novas roupagens. A seguir, será analisada a trajetória dessa crise, conectando os ODS aos seus antecessores, os Objetivos do Milênio (ODM, ONU, 2000), e examinando como as COPs foram instrumentalizadas para manter a ilusão de (eco)progresso, sem alterar a lógica do crescimento linear.

O prometeico “desenvolvimento sustentável” consolidou-se nos Objetivos do Milênio (ONU, 2000), onde a erradicação da pobreza extrema (ODM 1) e a garantia da sustentabilidade ambiental (ODM 7) foram apresentados como alicerces para um futuro comum. Contudo, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) preservaram essa mesma estrutura, sem promover alterações substantivas em sua lógica base. O ODS 1 (Erradicação da pobreza) e o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) reiteram compromissos já assumidos nos ODM, mas a realidade material permaneceu inalterada: a fome estrutural persiste, a

desigualdade global se agrava (*fig. 12*) e a degradação ambiental avança, como evidenciado pelo crescimento das emissões totais de GEE (*fig. 18*). Nos próximos tópicos, essa contradição será aprofundada à luz das COPs, analisando como esses encontros climáticos, ao invés de promoverem rupturas necessárias, funcionam como espaços de acomodação e perpetuação da (in)sustentabilidade antropocênica.

A COP 13 (Bali, 2007: [31,53 GtCO₂e]) e a COP 15 (Copenhague, 2009: [32,54 GtCO₂e]) ilustram a contradição estrutural do sistema climático-econômico global. Enquanto os discursos internacionais pressionavam por metas mais ambiciosas, o que se viu foi um ciclo de promessas adiadas e flexibilizações regulatórias, garantindo a continuidade das emissões. Não há qualquer sinal de estagnação ou retrocesso (quadros 12 a 14) nessa escalada. O Plantatioceno emergiu como síntese dessa falha sistêmica: monocultura industrial e exploração intensiva da terra foram mantidas (fome continua sendo uma constante na vida humana), ao mesmo tempo em que essas mesmas práticas reforçavam desigualdades e a lógica da concentração fundiária. A mercantilização da natureza não foi interrompida, apenas esverdeada por discursos sustentabilistas. Se o Plantatioceno orbita o Capitaloceno, então a fome (*fig. 12*) não seria nada além de um expediente instrumentalizado no Antropoceno, tal como a cogitação anteriormente pontuda sobre Tuvalu. Ora, se o desaparecimento de um território pode ser reduzido a um problema administrativo, a fome também seria apenas uma variável dentro da equação do mercado.

A transição dos ODM para os ODS foi apresentada como uma evolução na relação entre crescimento econômico e sustentabilidade. O ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e o ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis) sugeriam um novo paradigma, mas preservaram a lógica do crescimento infinito. O ODS 8 ecoa os princípios do ODM 1 (erradicação da pobreza extrema e da fome) onde o crescimento econômico era o vetor central para garantir dignidade e mobilidade social. O ODS 12, por sua vez, é uma continuidade do ODM 7 (garantia da sustentabilidade ambiental), reafirmando a tentativa de conciliar produção e preservação sem romper a engrenagem extrativista. A relação entre trabalho e dignidade humana foi mantida sob o eixo “emprego & salário”, mas, em um viés verdadeiramente disruptivo, talvez o foco devesse ser “trabalho & crescimento”. Mas como romper um paradigma multimilenar?

Os Financiamentos Diretos Internacionais (FDI) e os Princípios de Investimento Responsável (UN-PRI) foram apresentados como mecanismos de transição verde. Na prática, porém, realocam capital dentro da mesma engrenagem, financiando cadeias extrativistas sob o

selo da sustentabilidade. Afinal, como aponta Harvey (2004, p. 88): “O capital nunca pode descansar. Ele deve constantemente se movimentar e expandir-se, senão morre.” Esse deslocamento de capital não representa apenas um neocolonialismo econômico esverdeado, mas um revés no Necroceno – ou “Nova Morte” – um estágio biogeológico do Capitaloceno, no qual a economia do crescimento infinito, agora (eco)amigável, destrói a possibilidade de um futuro sustentável ao transformar seres vivos e ecossistemas inteiros em mercadoria e resíduos de acumulação. Como argumenta McBrien (2022, p. 189-190, grifo pelo autor): “O Necroceno reenquadra a história da expansão capitalista por meio do processo de *devir extinção*”.

A COP 21 (Paris, 2015: [35,40 GtCO₂e]) tentou estabelecer um marco definitivo para a redução de emissões globais, mas a ausência de mecanismos compulsórios evidenciou a fragilidade do compromisso internacional. Se, por um lado, foi um evento emblemático, por outro, tornou-se um dos três horizontes para o *design* regenerativo (fig. 19). No entanto, as metas ambiciosas permaneceram no campo das aspirações humanas, sem garantia de concretização. Já a COP 26 (Glasgow, 2021: [36,99 GtCO₂e]) reafirmou o dilema. A transição energética, longe de romper com a dependência extrativista, apenas deslocou sua ênfase para novas *commodities*, como lítio e terras raras. Esses elementos, por sua vez, não significam um rompimento com a lógica predatória, mas sim a conformação de um (eco)mercado exploratório de recursos naturais, embalado por aspirações sustentabilistas. Trata-se de uma transição pautada em uma “ecologia fraca” (Gudynas, 2004; 2019), que, ao invés de superar o Capitaloceno, apenas aprofunda suas engrenagens sob o verniz verde.

O ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 14 (Vida na Água) herdam o fracasso do ODM 7 (Garantia da Sustentabilidade Ambiental). A promessa de cidades sustentáveis e de preservação dos ecossistemas aquáticos segue imersa na lógica da acomodação sistêmica, onde o urbanismo inteligente e a gestão ambiental não rompem com a matriz extrativista, apenas refinam suas engrenagens.

O Urbanoceno (Chwalczyk, 2020) e o Plasticeno (Corcoran, 2014) não são anomalias: são a própria essência do sistema que se pretende reformar. Sacolas plásticas banidas, políticas públicas de logística reversa, estratégias de EC, incentivos a cidades inteligentes – são aspirações para um oásis tecno-holocênico imerso no labirinto antropocênico carbonizado. *Rankings* como *Smart City Index* e *IESE Cities in Motion Index* apontam cidades-modelo, mas sua representatividade global é pífia diante da urbanização planetária real. Como mencionado anteriormente, Tokar (2021) propôs uma visão revolucionária, nessa essência do projeto prometeico: uma visão política reconstrutiva que, imersa na lógica dominante, não reconstrói,

se tornando um horizonte de inovação estrutural que se dissolve diante da inércia do próprio sistema.

A COP 27 (Sharm El-Sheikh, 2022: [37,29 GtCO₂e]) e a COP 28 (Dubai, 2023: [37,79 GtCO₂e]) expuseram a inércia crônica na implementação de ações concretas. Paradoxalmente, ambas foram sediadas em Petroestados, reafirmando que a dependência global de combustíveis fósseis não é um resquício do passado, mas um projeto deliberado de permanência. No capítulo 3, a matriz argumentativa desnudou o Antropoceno e seus desdobramentos – Carbonozóico (Carbonoceno) e Petroleoceno –, e os dados do OWID (2024) e do *Atlas Global de Emissões* deixaram claro que as emissões não estão desacelerando, mas sendo realocadas dentro da mesma estrutura. Fato é que Petroestados sediando COPs não é um paradoxo dentro da lógica do sistema-mundo econômico – é a sua própria engrenagem central.

A transição energética, revisitada na COP 29 (Baku, 2024: [41,6 GtCO₂e]), não foi debatida com seriedade. A decisão? Adiar o debate para a COP-30 (Belém, 2025). A engrenagem petroleira que movimenta o sistema não pode ser desmontada sem implodir a própria base econômica global, então a solução sempre recai sobre o adiamento e a narrativa da transição “gradual”.

O último bloco desta análise concentra-se nos impactos diretos da crise climática sobre a sobrevivência humana. O ODS 3 (Saúde e Bem-estar) e o ODS 13 (Ação Climática) deveriam estabelecer as bases para a resiliência global, mas a expansão do Carbonoceno (McBrian, 2022) e do Piroceno (Pyne, 2019) já se manifesta na frequência de eventos extremos, no aumento das doenças associadas à degradação ambiental e nas tensões hídricas globais. Esses ODS são herdeiros diretos dos ODM 6 (Combate a doenças e melhoria da saúde global) e do ODM 7 (Sustentabilidade ambiental), mas sua implementação permanece refém da estrutura econômica e da governança climática procrastinatória. Decerto que a COP 29 (Baku, 2024) reafirmou a lógica do adiamento, e a expectativa para a COP 30 (Belém, 2025: ? [GtCO₂e]) não sugere um horizonte promissor, apenas a continuidade da mesma promessa adiada. “89... 88... segundos para meia-noite”.

A aplicação integrativa dos objetivos de desenvolvimento sustentável é o pivô, em tese, para o sucesso (eco)desenvolvimentista. Os ODS foram concebidos como um sistema integrativo, onde dimensões sociais, econômicas e ambientais deveriam convergir para o futuro sustentável. No entanto, a realidade material desmonta essa premissa.

Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) dependem de um modelo de produção e consumo responsável (ODS 12), exigindo um nível de alfabetização ecológica (ODS 04) capaz

de fomentar inovações disruptivas – sem uma mudança estrutural, os *designs* disruptivos se tornam apenas uma miragem tecnológica dentro de um sistema incapaz de romper com suas próprias engrenagens. A promessa de um trabalho descente e crescimento econômico sustentável (ODS 08) deveria erradicar a pobreza (ODS 01), garantindo condições dignas de vida. Contudo, a relação entre emprego e salário se mantém refém da lógica extrativista do Capitaloceno, enquanto a transição para uma economia regenerativa segue protelada para um futuro indefinido.

A preservação de biomas terrestres (ODS 15) e a conservação da vida marinha (ODS 14) deveriam estar alinhadas ao enfrentamento da crise climática (ODS 13). No entanto, Carbonozóico e Piroceno avançam, enquanto a governança climática adia decisões críticas, perpetuando a ilusão de uma transição gradual. Se os ODS fossem de fato um projeto integrado, a interconexão entre essas dimensões deveria ser evidente. O que se observa, no entanto, é um sistema fragmentado onde cada objetivo opera isoladamente, sem uma convergência real. O ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes) não é um alicerce, mas um ponto de interrogação sobre a capacidade do sistema político e econômico de viabilizar qualquer mudança estrutural. Enquanto isso, 83% dos ODS seguem rumo ao caos. O *Doomsday Clock* marca a contagem regressiva: 89 ... 88 ... segundos para meia-noite.

Como firmado anteriormente, a pós-sustentabilidade regenerativa emerge da interconexão de três horizontes: Horizonte 1, ainda sustentabilista e enraizado no modelo linear antropocênico; Horizonte 2, onde as dinâmicas humanas dentro do sistema-Terra determinam os limites da transição; e, Horizonte 3, que busca superar o Carbonozóico com novos paradigmas (*fig. 19*).

Os cenários futuros de emissões globais dependem da presença (ou ausência) de mecanismos de mitigação. Como apontado pelo Banco Mundial (WBO, 2024) e o IPCC (AR6, 2021), dois caminhos principais são projetados para o ano de 2050: (i) com a adoção de MDLs, prevê-se uma redução progressiva de emissões, com taxa média anual de aproximadamente de 0,5%; e, (ii) sem MDLs, estima-se um crescimento linear de aproximadamente 2,0% ao ano. Neste contexto, a cenarização prospectiva possibilita a observação integrada da evolução de emissões passadas, das emissões atuais e das projeções para 2050. Os dois caminhos delineados extrapolam, em sentidos opostos, revelando a amplitude das consequências.

De início, para evitar repetições, os mesmos cálculos utilizados na cenarização prospectiva abaixo são utilizados na próxima projeção (quadro 30). O desenvolvimento cobra seu preço – e a trajetória histórica das emissões revela o custo desenvolvimentista.

Quadro 29 - Cenarização prospectiva de emissões totais de GEE para 2050

PASSADO - PRESENTE				
Período	Emissões totais (gtCO ₂ e)	Absorção total sem decaimento (gtCO ₂ e)	Absorção com decaimento cumulativo de CO ₂ 3% ao ano	Saldo (GtCO ₂ e)
1750-2000	6851	8535,45	1139,90	- 5711,10
2000-2024	7024,02	5125,98	3643,04	- 3380,98
1750-2024	13.875,02	13.679,43	4782,94	- 9091,08
FUTURO PRÓXIMO – ATÉ 2050				
2024-2050 Sem MDLs	~10.677	6674,98	4557,96	-6119,04
2024-2050 com MDLs	~7966	6674,98	4557,96	-3408,04

Fonte: Dados de emissões e absorção: IPCC (AR6, 2021; AR6, 2022); projeção de crescimento: Banco Mundial (WBO, 2024); Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

Os dados acima apresentados evidenciam a marcha inexorável das emissões e a fragilidade dos mecanismos de absorção natural do sistema-Terra. O saldo de carbono acumulado no período 1750-2024 é massivamente negativo (-9091,08 GtCO₂e), o que evidencia a incapacidade dos sumidouros naturais de absorver as emissões históricas e contemporâneas. A redução da eficiência da absorção devido ao decaimento de 3% ao ano impacta diretamente no saldo de CO₂e, evidenciando que o *tempo* não é um aliado na mitigação natural das emissões acumuladas. Como observado, apenas no período 2000-2024 (7024,02 GtCO₂e), as emissões já superam as de todo o período 1750-2000, um dado alarmante que reforça a aceleração exponencial das emissões no século XXI.

Segundo a cenarização prospectiva acima, até 2050: (i) com MDLs, as emissões futuras somam ~7966 GtCO₂e, e, mesmo com absorção (com decaimento de 3% a.a.) ainda deixam um saldo negativo de -3408,04 GtCO₂e; (ii) sem MDLs, as emissões disparam para ~10.677 GtCO₂e, e mesmo existindo absorção (com decaimento de 3% a.a.) o saldo negativo aumenta 44,30%, alcançando -6119,04 GtCO₂e. Mesmo com a implementação dos MDLs, a contínua redução da capacidade de absorção dos sumidouros naturais mantém o saldo climático em níveis alarmantes – evidenciando não apenas a insuficiência das políticas atuais, mas a urgência de uma nova geopolítica circular.

O colapso da resiliência planetária se agrava progressivamente, em conjunto com a transição “gradual” proposta pelas COPs, indicando que mesmo com esforços de mitigação, a compensação será insuficiente sem uma ruptura estrutural. Para além do Carbonozóico e do Capitaloceno, o Necroceno se apresenta como realidade. Não se trata apenas da permanência estrutural do modelo extrativista, mas da própria aceleração de um processo de *devir extinção* (McBrian, 2022). O saldo negativo de carbono não é apenas um indicador ambiental – é a materialização da perda sistêmica da resiliência planetária.

Como firmado anteriormente, 50% dos GEE são absorvidos em 30 anos, mas 20% das emissões podem permanecer por milhares de anos (IPCC, AR6, Grupo 1, 2021); a captura de CO₂e por sumidouros naturais é um fato decisivo não apenas para a construção de uma estratégia de mitigação, mas para a viabilidade da permanência humana no sistema-Terra. Se a sustentabilidade antropocênica já não é suficiente, seria então o momento de efetivar o *design* reconciliador de Wahl ([2016]2020)? Para que essa transição ocorra, há a necessidade da consolidação das etapas anteriores: (i) abandono da linearidade; (ii) esverdeamento; e, (iii) sustentabilidade concretizada.

A sensação de completude dessas etapas é ilusória. Práticas lineares e extrativistas, perpetuam a estagnação no modelo (eco)capitalista, o *Green Deal*, o capitalismo consciente ou qualquer outra adaptação (eco)amigável deste modelo estagnado, que se adapta às contingências sem romper engrenagens. Na trama espaço-temporal; o esverdeamento tornou-se um símbolo semiótico antropocênico, cristalizado nos discursos internacionais, enquanto na prática é fomentado um modelo lucrativo via precificação de carbono (*fig. 22*).

O princípio poluidor-pagador e os RCMDs são fusionados e absorvidos pela mercantilização do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. A sustentabilidade, que Wahl (*op. cit.*) concebe como um ponto neutro, transformou-se em um ideal nobre, mas distante da “ecologia superforte” (Gudynas, 2004; 2019). No futuro, talvez se revele apenas mais um pilar da “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess (1971), 2019), incapaz de efetivar uma ruptura real.

Um ouroboros multiexistencial, carbonizado e antropocênico.

Os quadros 28 e 29 representam o passado, presente e futuro (próximo), expondo a continuidade do ciclo. A reconciliação (etapa 04) e a restauração (etapa 05), concebida por Wahl (*op. cit.*) como pilares para um *design* regenerativo, estão efetivamente em curso? O Prometeu (Cauteloso) latouriano ([2008] 2014) se concretizou? Ou, está a se observar um Prometeu (Ardiloso), moldado para a adequação estratégica, instrumentalizando a Economia Circular como mera ferramentaria? Como dito, um ouroboros multiexistencial, orbitando a teoria dos ciclos históricos (Palacios *et al.*, 2003).

Para ratificar essa afirmação e seguindo a metodologia IPCC e do WBO para cálculos de CO₂e, a cenarização prospectiva a seguir apresenta uma hipótese que soma os cenários *com* e *sem* MDLs, evidenciando o saldo final de carbono que permanecerá na atmosfera após a absorção pelos sumidouros naturais até o ano 2050. Diferentes abordagens prospectivas sobre emissões totais demonstram a complexidade do problema. Sob a lente CTS(A), essa análise não se limita a um único modelo explicativo. Ao contrário, ela reforça a necessidade de múltiplos

olhares, onde a equação “+ciência= +tecnologia= +bem-estar= “+riqueza” (Bazzo *et al.*, 2003) tensiona a relação entre progresso científico e impacto socioambiental. Ignorar essa pluralidade seria desconsiderar a própria semântica da interdisciplinaridade, além de olvidar a existência de um Carbonozóico travestido de sustentabilidade.

Quadro 30 - Cálculo do saldo residual total até 2050 (Carbono Persistente Residual)

Fórmula para o saldo residual	
Saldo residual total = saldo acumulado até 2024 + saldo projetado até 2050	
CENÁRIO COM MDLs	
Saldo residual total (=)	$[(- 9091,08^*) + (- 3408,04)] = - 12499,12 \text{ GtCO}_2\text{e}$ * somatória bruta sem decaimento de 3% do valor histórico (1750-2024) $[(- 7525,98^*) + (- 3408,04)] = - 10.934,02 \text{ GtCO}_2\text{e}$ somatória com decaimento de 3% ao ano futuro próximo (2024-2050)
CENÁRIO SEM MDLs	
Saldo residual total (=)	$[(- 9091,08^*) + (- 6119,04)] = - 15210,12 \text{ GtCO}_2\text{e}$ * somatória bruta sem decaimento de 3% do valor histórico (1750-2024) $[(- 7525,98^*) + (- 6119,04)] = - 13.645,02 \text{ GtCO}_2\text{e}$ somatória com decaimento de 3% ao ano futuro próximo (2024-2050)
Fórmulas Matemáticas para Cálculo de Emissões Residuais	
1. Cálculo da Absorção Total sem Decaimento: <i>A absorção total sem decaimento é a soma da taxa de absorção anual multiplicada pelo número de anos considerados.</i> $A_{\text{total}} = A_0 \times t$ Onde: A_{total} = Absorção total sem decaimento (GtCO₂e) A_0 = Taxa de absorção anual inicial (GtCO₂e/ano) t = Número de anos no período considerado	
2. Cálculo da Absorção com Decaimento de 3% ao Ano: <i>A absorção total com decaimento anual de 3% segue a fórmula de soma de uma progressão geométrica finita:</i> $A_{\text{total}} = \sum_{n=0}^{t-1} \rightarrow (1 - r)^n$ $A_{\text{total}} = A_0 \times \frac{1 - (1-r)^n}{r}$ Onde: A_{total} = Absorção total com decaimento acumulativo (GtCO₂e) A_0 = Taxa de absorção anual inicial (GtCO₂e/ano) r = Taxa de decaimento anual (0,03 = 3%) t = Número de anos no período considerado	
3. Cálculo do Saldo de Carbono Persistente Residual: <i>O saldo final de carbono persistente residual é a diferença entre as emissões totais e a absorção pelos sumidouros naturais:</i> $S_{\text{total}} = E_{\text{total}} - A_{\text{total}}$ Onde: S_{total} = Saldo final de carbono persistente residual (GtCO₂e) E_{total} = Emissões totais (GtCO₂e) A_{total} = Absorção total dos sumidouros (com ou sem decaimento) (GtCO₂e)	
4. Cálculo do Saldo Residual Total até 2050: <i>O saldo residual total acumulado até 2050 é a soma dos saldos históricos e projetados:</i> $S_{2050} = S_{2024} + S_{\text{futuro}}$ Onde: S_{2050} = Saldo final de carbono persistente residual até 2050 (GtCO₂e)	

A_t – Cobertura de CO₂e no ano a ser calculado;

A_0 – Cobertura inicial de CO₂e em 2024 (12,8 GtCO₂e);

r – Taxa de crescimento (0,5% = 0,005 na equação);

t – Número de anos desde 2024

Exemplo: Para calcular a cobertura de conformidade em 2025:

$A_{2025} = 12,8 \cdot (1 + 0,005)^1$	$A_{2025} = 12,8 \cdot 1,005$	$A_{2025} = 12,86 \text{ GtCO}_2\text{e}$
---------------------------------------	-------------------------------	---

Exemplo: Para calcular a cobertura de conformidade para 2050:

$A_{2050} = 12,8 \cdot (1 + 0,005)^{26}$	$A_{2050} = 12,8 \cdot 1,005$	$A_{2050} = 14,61 \text{ GtCO}_2\text{e}$
--	-------------------------------	---

*fórmula e crescimento exponencial utilizada para projetar a cobertura pelos instrumentos de conformidade global.

Soma total do período 2025-2050: 353,74 GtCO₂e de instrumentos de conformidade global

$$S_n = A_0 \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

S_n – soma total da cobertura por instrumentos de conformidade entre 2025 e 2050;

A_0 – 12,8 GtCO₂e;

r – 0,005;

n – 26 Anos (de 2025 a 2050)

$$S_{2025-2050} = 353,74 \text{ GtCO}_2\text{e}$$

Fonte: Dados de emissões e absorção: IPCC (AR6, 2021; AR6, 2022); projeção de crescimento: Banco Mundial (WBO, 2024); Cálculo Estimatório: Autoria própria com base em metodologia IPCC e WBO e programação de cálculo *Python* (Mehta; Yadav, 2021)

O pináculo do capital cultural (Bourdieu, 2007) se concretiza em instrumentos de conformidade global ou na modulação de uma precificação para a vida? Com ou sem MDLs, mesmo com instrumentos de conformidade, os números corroboram a afirmação do início deste capítulo, não há sustentabilidade. Talvez a economia “borboleta” (Raworth, 2019) possa consubstanciar um dos horizontes reflexivos (fig. 19) e a pavimentação para o relógio do *design* regenerativo (fig. 20). No campo das probabilidades, a afirmação é uma conformação de realidades para um futuro próximo e remoto. Stengers (2018), em *Another Science is Possible*, expôs um manifesto sobre *slow science* quando da discussão sobre um caminho para a inteligência pública das ciências onde afirma:

A necessidade de um aprendizado prático nas ciências, argumenta-se, fundamenta-se no fato de que a observação minuciosa, a formulação de hipóteses e sua verificação ou refutação constituem a base não apenas para a construção do conhecimento científico, mas para todos os procedimentos racionais. Assim, as ciências são um modelo que todo cidadão deveria seguir em sua vida cotidiana. (Stengers, 2018, p. 02, tradução nossa).

Talvez procedimentos racionais, como modelo para todos os cidadãos, teriam o condão de influenciar uma governança global comprometida com a ciência, e modelagens climáticas teriam se tornado um guia, não um adorno político-econômico ajustável às conveniências. Neste percurso, a (eco)alfabetização, proposta como etapa 05 para o *design* regenerativo (Wahl, [2016]2020), seria o “Fio de Ariadne” neste labirinto tecnocientífico. Se uma disruptura antropocênica exige a consolidação dessa etapa para avançar – *slow science* (Stengers, 2018)

seria esse passo necessário. Hipótese, verificação e refutação já estão inseridas nos três horizontes de Wahl ([2016]2020, *apud* Sharpe (2013)). O desafio é: a busca por uma “fuga antropocênica” continuará conduzindo o humano a mais um corredor esverdeado desse labirinto, ou finalmente marcará o início de uma jornada real na trama espaço-temporal para uma saída efetiva?

A letargia nas COPs talvez seja a maior evidência da crítica de Stengers. Os quadros 11 a 13 demonstram essa inércia: busca-se um *ethos* ecológico, mas ele continua enraizado em uma estrutura identitária antropocênica, oscilando entre ecologia fraca e ecologia forte (Gudynas, 2004; 2019). Diante disso, a equação para vida sustentável (quadro 22) estaria inserida em um jogo soma-zero (Nash, 1950)? O Capitaloceno segue influenciando a precificação das emissões de carbono e EC antropocênica se tornou apenas uma adequação estratégica. Neste contexto, é sensato observar que,

Hoje, a pesquisa financiada com recursos públicos está em processo de perda de autonomia. Os pesquisadores sentem que foram "traídos" pelas autoridades políticas, que, em vez de respeitarem um direito consensualmente reconhecido, concederam às corporações o poder de selecionar quem, entre eles, será beneficiado com financiamento público em todas as áreas onde há competição econômica. (Stengers, 2018, p. 48, tradução nossa).

5.3 A Máquina da Sustentabilidade e o mito da circularidade

A sustentabilidade amplamente difundida no discurso dominante – o *mainstream sustainability* – não representa uma ruptura, mas sim um ajuste sistêmico-antropocênico; Apropriado pelo mercado, políticas públicas e por instituições internacionais como a ONU e o Banco Mundial (WBO), sua função não é questionar as bases estruturais da economia global, mas sim reconfigurar processos dentro do mesmo modelo produtivo, sem promover qualquer transformação estrutural – ponderar, neste ponto, sobre “os traídos pelas autoridades públicas” (Stengers, *idem*), é sensato. Por isso, sustentabilidade *mainstream* deve ser compreendida como um mecanismo de acomodação do Capitaloceno, e não uma real transição para um paradigma regenerativo, pois a circularidade econômica, quando inserida dentro de uma lógica sistêmica antropocênica, não se alinha ao sistema-Terra, apenas perpetua suas disfunções sob novas roupagens.

Ao invés de transformar as bases estruturais do sistema, o discurso da sustentabilidade acomoda as contradições do capitalismo e da economia verde, criando estratégias de (re)funcionalização do mercado. Nesse contexto, “a ideia de economia verde contém uma promessa tripla: superar tanto a crise econômica com a crise ecológica e aliviar a pobreza

(PNUMA, 2011)” (Brand; Lang, 2021, p. 138). Mas até que ponto essa promessa se sustenta? Revisitar a intuição de Dante (*apud* Reale, 2002, p. 60) é sensato.

Crises econômicas sistêmicas atingem tanto “desenvolvidos” quanto os países “em desenvolvimento”, mas a história mostra que os ciclos se repetem. Como provocou Ha-Joon Chang (2004, p. 211, grifo nosso), “os países desenvolvidos estariam *chutando a escada que os levou ao topo*, afastando-a do alcance dos países em desenvolvimento?” A precificação do carbono (fig. 22) perpetua esse ciclo histórico entre Norte e Sul Global, enquanto isso, a crise ecológica se agrava: as emissões de GEE consolidam o Carbonoceno (ou Carbonozóico, segundo Artaxo, 2014) e reforçam a trajetória de outros “cenos”. E quanto ao alívio da pobreza? Promessas realizadas em objetivos para o milênio ou em objetivos de desenvolvimento sustentável são apenas signos? Sob a ótica da fome (*fig. 12*), este continua sendo um desafio multimilenar, ainda sem horizonte de solução real.

A transição sustentável se apresenta como um remendo, e não como um novo paradigma. Mesmo que o *mainstream sustainability* esverdeie as relações socioeconômicas e político-culturais, ele não é disruptivo – apenas ajusta, mas de forma a perpetuar a insustentabilidade. A sustentabilidade superficial e o grande ajuste do capitaloceno passam pela promessa da EC, promovida pela Fundação Ellen MacArthur (EMF), que sugere que a solução para a crise ambiental reside na otimização dos ciclos produtivos e na eliminação do desperdício. Contudo, ao permanecer ancorada na lógica do crescimento econômico, essa circularidade revela-se linear na prática. Longe de romper com o modelo extrativista, a EC superficial apenas reorganiza a exploração, garantindo que o fluxo de materiais continua servindo às demandas do capital. O que se apresenta como (eco)inovação é, na realidade, uma refuncionalização estratégica – um fenômeno típico do Capitaloceno, onde a busca por eficiência econômica é travestida de responsabilidade ambiental, sem comprometer a lógica do lucro.

5.3.1. Sustentabilidade: O Grande Ajuste do Capitaloceno

Ritzén e Sandström (2017) emergem como um contraponto essencial a essa superficialidade. Para elas, a verdadeira circularidade não pode ser apenas um mecanismo de eficiência, mas precisa redesenhar as próprias relações produtivas e sociais. A abordagem da EMF, por sua vez, não questiona o sistema vigente – apenas adapta-se a ele, permitindo que empresas e cadeias produtivas perpetuem o extrativismo sob um novo selo de sustentabilidade.

Na mesma linha, Tura (*et al.*, 2019) evidenciam barreiras estruturais que frequentemente colidem com os interesses do mercado global, pois:

Ao concentrar-se na identificação dos impulsionadores e barreiras da economia circular e desenvolvê-los empiricamente, este estudo não abordou especificamente a influência relativa de fatores individuais no desenvolvimento de novas soluções de EC. Além disso, devido à natureza qualitativa da abordagem de pesquisa (por exemplo, o viés dos entrevistados não pôde ser completamente eliminado), não é possível fazer afirmações sobre a generalização das barreiras e impulsionadores identificados em diferentes contextos. **Por exemplo, a legislação que regula o uso de resíduos é altamente específica para cada área, muito provavelmente dando origem a soluções de EC específicas para cada localidade. Na China, por exemplo, a perspectiva sobre EC é mais ampla em contraste com o foco ambiental europeu em resíduos, recursos e oportunidades de negócios.** Assim, pesquisas quantitativas adicionais nesse campo provavelmente forneceriam insights inestimáveis sobre a importância das diferentes categorias de estrutura em ambientes empresariais relativamente distintos." (Tura *et al.*, 2019, p. 97, nosso grifo e tradução nossa).

Ritzén e Sandström (2017), assim como Tura (*et al.*, 2019), constituem contrapontos essenciais a essa superficialidade. Não se trata de um *design* aleatório voltado para uma ruptura antropocênica – pelo contrário, *designs* sustentáveis, biomiméticos e regenerativos, quando apropriados pelo mercado, tornam-se oportunidades negociais esverdeadas. Ao se restringirem a tecnologias “fim de tubo” – centradas exclusivamente na mitigação de danos ao final do processo produtivo (Vesilind, 1998; Speth, 2008) –, tais abordagens escancaram a falha estrutural da lógica sustentabilista frente às complexidades do *evento* Antropoceno.

A República Popular da China adota uma perspectiva distinta de EC, baseada em uma economia de projeto, em contraste com o foco ambiental europeu. No entanto, ignorar que a União Europeia também persegue a eficiência econômica como ferramenta geoestratégica seria desconsiderar a própria essência do arquétipo humano no sistema produtivo global. Dentro desse contexto, a abordagem proposta pela *Ellen MacArthur Foundation* (EMF) configura-se como um ajuste cosmético: a eficiência produtiva não representa uma ruptura real, mas a continuidade sofisticada do modelo vigente. Trata-se, em essência, da refuncionalização dos princípios estruturais da economia tradicional – agora revestidos por uma nova semântica verde, mas ainda orientados pela lógica da acumulação, da tecnocracia e do crescimento contínuo. Neste cenário, torna-se necessário observar com atenção o rol principiológico fomentado pela EMF, cujas diretrizes operam mais como engrenagens de adaptação do sistema do que como vetores de ruptura:

1. Preservar e aprimorar o capital natural, com a restauração e regeneração dos recursos naturais;

2. Maximizar o rendimento de recursos, o que leva, principalmente, à redução dos desperdícios e à circularidade dos recursos; e
3. Estimular a efetividade do sistema, gerando impactos positivos para todas as partes interessadas. (EMF, 2014).

Embora tais diretrizes pareçam promissoras, sua aplicação dentro do sistema econômico vigente revela vieses estruturais alinhados ao Capitaloceno. O discurso da regeneração e da eficiência garante que o fluxo de capital não seja interrompido, reconfigurado para atender às novas exigências do (eco)mercado. [(C&T) + (P&D)], por exemplo, impulsionam esse processo, promovendo o (re)pensar de motores movidos a combustão interna apenas para adaptá-los às novas necessidades da economia verde. A reconfiguração mercadológica, impulsionada por (+ciência= +tecnologia= +bem-estar), desloca a matriz energética do petróleo para os carros elétricos, apresentados como solução prometeica ao Carbonozóico. Contudo, a extração de terras raras – essenciais para a construção desse sistema eletrificado – se intensifica exponencialmente. E, como todo processo de mineração em larga escala, sua exploração gera emissões massivas de CO₂, CH₄ e N₂O, repetindo o ciclo extrativista e ampliando impactos ambientais. Então, o que se está, de fato, a sustentar? Uma nova era de equilíbrio ou apenas a refuncionalização da destruição sob novo rótulo?

Há um ciclo de (in)sustentabilidade na chamada Economia Circular. O mercado de créditos de carbono não promove, de fato, a redução de emissões – apenas cria (eco)permissões para a manutenção (re)funcionalizada e esverdeada do extrativismo. Os ESGs corporativos, por sua vez, muitas vezes não passam de um verniz retórico para o *greenwashing* estrutural, reempacotando práticas predatórias sob compromissos vazios – ou “ecologia oca” (Sòlon, *apud* Naess, 1971) – travestida de governança sustentável, embalada no ritmo letárgico e performático das COPs.

Assim a EC promovida pela EMF não rompe com a lógica linear do extrativismo. Pelo contrário: em vez de promover transformações estruturais, perpetua a exploração, limitando-se a reciclar materiais dentro da mesma engrenagem produtiva que sustenta o modelo hegemônico. Como discutido, as diretrizes circulares *ecofriendly* emergem como normativas transnacionais que carregam signos semióticos distintos: (i) talvez em uma tentativa vã de promover transformação estruturais; e (ii) como um mecanismo funcional para ajustar mercados a uma nova realidade ecológica, homogeneizando políticas e pasteurizando a precificação de carbono em nome de um mercado em ascensão.

A circularidade antropocênica, então, revela-se não como uma ruptura à lógica extrativista, mas como sua continuidade sob outra roupagem. Tura (*et al.*, 2019) evidenciam

barreiras estruturais que impedem a transição para um modelo verdadeiramente circular, ao demonstrarem que a Economia Circular frequentemente colide com as dinâmicas do mercado global e seus interesses preexistentes. Em contrapartida, talvez a necessidade de apreender a ecologia profunda seja parte essencial para transcender ao estágio inicial da transição – aquilo que Wahl ([2016]2020) nomeia como “etapa 01” de um *design* regenerativo. Nesse horizonte, Seed (2021, p. 288) aponta que é: “(...) um desafio fundamental ao Antropoceno ou chauvinismo humano. A ideia de que os humanos são a coroa da criação, a fonte de todo valor, a medida de todas as coisas está profundamente arraigada na consciência e na cultura global dominante.”

5.3.2. Rumo ao Colapso Reciclável: O Paradoxo da Economia Circular

A noção de circularidade, dentro do modelo atual, ignora os limites físicos do sistema-Terra, já evidenciados por Meadows (1972). Se o problema estrutural é o crescimento infinito, como a EC pode resolver essa equação sem romper com essa máxima? Naess (1971), ao diferenciar ecologia profunda e ecologia oca, antecipava esse dilema: uma versão fraca de sustentabilidade não desafia a estrutura, apenas ajusta suas margens. O que define essas margens? Talvez a própria limitação cognitiva humana diante seu processo de historicização. Paz (1984) ilustrou esse fenômeno ao mostrar que nativos eram incapazes de conceber as caravelas vindas de além-mar, por lhes faltarem instrumentos cognitivos para interpretar o desconhecido. Seria essa a condição (pós)moderna do humano tecnosférico – incapaz de conceber, mesmo diante as complexidades que o cercam, o *evento* Antropoceno e seus desdobramentos?

Berners-Lee (2010) reforça essa inquietação ao discutir pegadas de carbono e a natureza sistêmica do impacto humano, demonstrando que o comportamento linear ainda é a base da economia global. *How bad are bananas?* ([2010]2020) se torna uma provocação semiótica sobre o quão danosas são as interações antrópicas no sistema-Terra. Pegadas ecológicas (Wackernagel; Ress, 1996), hídrica (Hoekstra, 2019) e de materiais (Schmidt-Bleek, 1993) já expunham os limites de um modelo que opera sob a ilusão da compensação ambiental sem modificar os fundamentos produtivos. Bananas se tornaram signo de emissões, mas outros alimentos também integram esse espaço: ovos, proteína animal etc. Então, como alimentar uma 8,2 bilhões de indivíduos em 2024, ou então, 9,7 bilhões em 2050 (UN-DESA, 2024)?

Em contrapartida, o *footprint* ecológico desnuda as marcas do humano no sistema-Terra e a crescente degradação ambiental. Como conservar ou preservar biomas sob a lógica

extrativista? Soluções advindas de (eco)diretrizes pautadas numa ecologia oca não respondem a este dilema. A questão hídrica, no mesmo curso, tornou-se gradualmente uma *commodity* ambiental, deslocando-se de um bem-comum para um ativo de mercado. E *material footprints*? No *design* industrial “a ilusão deve ser fornecida aos consumidores(...)” (Packard, 1960, p. 46, tradução nossa). O caos planejado do progresso sustentável vende uma promessa que nunca se concretiza. Contempla-se o caos ou a ordem? O que se observa na prática? A política do descarte de recicláveis plásticos e a concretização de formações antropocênicas como a Grande Mancha do Pacífico (Leonard, 2010), plastigomerados e pirolásticos (Corcoran, 2014). A Economia Circular, então, sustenta o colapso reciclável?

Na reciclagem, perdas são inevitáveis – a entropia e o elevado gasto energético tornam o processo limitado, como advertia Georgescu-Roegen ([1971]1995). Falar em colapso poderia soar excessivo, mas como sustentar a ideologia prometeica do (re)ciclo sem reconhecer o inevitável *downcycling*? Para quem? Para 9,7 bilhões de humanos projetados para 2050, diante um saldo negativo alarmante das cenarizações prospectivas de: -10.934,02 GtCO₂e (com MDLs), ou -13.645,02 GtCO₂e (sem MDLs) de CO₂ persistente (quadro 30), frente a uma mitigação de apenas 353,74 GtCO₂e por instrumentos de conformidade globais (quadro 31).

Quando Packard (1960) introduziu a obsolescência planejada como um fator deliberado da economia linear, evidenciou que o modelo produtivo não apenas perpetua o desperdício, mas o incorpora como mecanismo de crescimento econômico – e, com isso, predizia o colapso. Então, C&T e P&D, neste contexto, são algozes? O problema reside na ciência e tecnologia, ou na intrepidez humana? Os estudos sociais de ciência e tecnologia com enfoque ambiental – CTS(A) – poderiam harmonizar a relação Homem-Ecosfera ou, ao contrário, seriam apenas um aglomerado epistêmico de fuga para “mais um andar” esverdeado do labirinto antropocênico? Talvez, num futuro próximo ou remoto, o próprio CTS(A) seja visto não como uma solução, mas como um *evento* na trama espaço-temporal, tal como o *evento* Antropoceno e a Economia Circular superficial.

5.3.3. Sustentabilidade Oca: Entre a Economia Circular e a Refuncionalização do Mercado

A EC superficial não enfrenta o verdadeiro dilema da sustentabilidade: a dependência estrutural do crescimento econômico como motor estrutural. Quando a regeneração é mencionada, ela se restringe aos limites do mercado – e não a lógica da vida. Aqui, Maturana torna-se essencial para essa crítica. Um sistema verdadeiramente sustentável não deveria operar dentro dos princípios do mercado, mas sim na autopoiese e na preservação dos ciclos vitais da

biosfera. No entanto, a EC promovida pelo discurso dominante não se conecta com a autorregulação da vida, mas com a perpetuação da lógica mercantil. Como afirmam Maturana e Varela (1995, p. 18):

O conhecimento não poderá entrar com passo firme no recinto das ciências sociais se pretender fazê-lo sob a concepção de que o conhecer é um conhecer 'objetivamente' o mundo e, portanto, independente daquele(s) que faz a descrição de tal atividade. Não é possível conhecer 'objetivamente' fenômenos (sociais) nos quais o próprio observador-pesquisador que descreve o fenômeno está envolvido.

Se a circularidade se limita a adaptar a produção para maior eficiência dentro dos mesmos parâmetros, não há ruptura, tampouco fuga antropocênica – quiçá sequer um horizonte de pós-sustentabilidade, apenas novas formas de acomodação dentro da (in)sustentabilidade sistêmica. Essa reflexão se desdobra neste e no próximo item, onde a possibilidade de um verdadeiro “pós” emerge da própria falência da sustentabilidade convencional. Tal como sugerem os três horizontes de Sharpe (2013), não há futuro regenerativo – próximo ou remoto – sem a travessia crítica do “pré”, e talvez estejamos apenas orbitando a promessa de um “pós”.

Nesse contexto, o “ESG” e a armadilha do *Greenwashing* do Carbono Zero configuram-se como paradoxos sustentabilistas. A sigla ESG, inicialmente uma extensão do *Triple Bottom Line* (TBL), consolidou-se como um novo paradigma corporativo, voltado à integração entre desempenho financeiro, governança e preocupações socioambientais. Contudo, sua gênese remonta a 2004, quando James Gifford popularizou o conceito no âmbito dos Princípios para Investimentos Responsáveis (UN-PRI). A proposta inicial visava integrar fatores ambientais, sociais e de governança nas estratégias empresariais, promovendo maior responsabilidade e transparência no mercado financeiro global. O resultado, no entanto, foi a financeirização da sustentabilidade – uma perpetuação do lucro, agora esverdeado.

O TBL(Elkington, [1997] 2004), propôs a mensuração do sucesso corporativo sob três pilares: *people* (pessoas), *planet* (planeta) e *profit* (lucro). Embora tenha nascido como uma tentativa de equilibrar o desenvolvimento econômico e responsabilidade socioambiental, sua instrumentalização pelo mercado levou à captura do conceito pelo *marketing* verde, transformando-o em um ativo de performance econômica dentro da lógica do Capitaloceno.

O idealismo sustentável de Stahel (2006) sugere que o *marketing* verde poderia promover produtos e serviços ambientalmente responsáveis, criando um mercado orientado por consumidores (eco)conscientes. No entanto, a promessa se esfaleceu diante do pragmatismo do Capitaloceno e do Carbonoceno. A economia de performance se apropriou do discurso

sustentável, utilizando a fachada do carbono zero como estratégia de mercado. Como alerta Elkington ([1997] 2004, p. 73), “a sustentabilidade corporativa precisa transcender a mera busca por eficiência e lucro, adotando uma visão holística que integre impactos socioambientais genuínos”. Essa percepção não é recente. Pigou ([1920]1932, p. 178, tradução nossa) já afirmava que “(...)produtos líquidos privado e social frequentemente divergem, especialmente em indústrias que causam danos não contabilizados(...)”, propiciando externalidades. O conceito de externalidades negativas, debatido há mais de um século, continua sendo deslocado para novas narrativas mercadológicas. Agora, a economia verde e a precificação de carbono são os novos mecanismos que permitem internalizar custos ambientais sem transformar a lógica extrativista.

A transição sustentável proposta pelo ESG frequentemente se ancora em estratégias de compensação de carbono, sem promover mudanças estruturais na lógica produtiva. Se negócios sustentáveis fossem, de fato, operacionalizados, o aumento das emissões globais deveria ao menos estagnar – um *stop loss* ecológico. Mas, não é o que ocorre. ESG, quando desvinculada de uma ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019), não passa de um selo de validação para o extrativismo reembalado. Como já alertava Naess, sem ruptura real, a “sustentabilidade” corporativa se reduz a um mecanismo de ajuste, e não de transformação.

Nesse caminho, diante a monocultura do saber (Santos, 2011, p. 11) onde: “Se todos estes seres invisíveis continuarem ativos, a vida humana será em breve (se o não é já) uma espécie em extinção.”, emerge a inquietação: um *devir extinção* propiciado por ([C&T] + [P&D])? Stengers (2018) questiona se uma outra ciência é possível, mas não sob a lógica de uma ciência acelerada, moldada ao pragmatismo do mercado – uma *fast science*, um *drive thru* epistemológico, que entrega respostas rápidas, mas não soluções estruturais. O que seria necessário? *Slow science*, onde o tempo de investigação não se submete ao ritmo da obsolescência planejada. Mas como? “Hoje, a pesquisa financiada com recursos públicos está em processo de perda de autonomia.(...)” (Stenger, 2018, p. 48, tradução nossa). Shapin ([2010] 2013) já alertava que: “a ciência não acontece no vácuo”. Mesmo respeitando a liturgia dos microcosmos científicos, ela é atravessada por valores, interesses e estruturas sociopolíticas que determinam quais narrativas ganham espaço e quais são marginalizadas; fato é que:

O lugar da ciência está, ao mesmo tempo, em todo lugar e em lugar nenhum. Presumir a a-localidade (*placelessness*) ou insistir nela é uma atitude de epistemologia prática – uma maneira de estipular valor intelectual. Mas suponha que déssemos uma olhada de mais de perto nos locais físicos demarcados culturalmente dos quais o conhecimento científico tem historicamente emergido – casas, cortes, laboratórios, oficinas, cidades (e

partes de cidades), e assim por diante. Quem estava presente, e quem estava ausente, em uma gama de cenas de produção científica? Que tipos de pessoas, agindo de que maneiras, com quais tipos de propósitos e levando consigo que tipo de bagagem cultural? Como o conhecimentos científico era transferido, física e culturalmente, de um lugar para outros, e como circulava dentro de lugares específicos? E o que se segue das respostas a essas perguntas em termos de apreciações históricas da natureza e autoridade de diferentes tipos de conhecimento? (Shapin, [2010]2103, p. 60)

Nesse contexto, a EC e o ESG não podem ser lidos como soluções técnicas isoladas dentro de um “vácuo” epistemológico. Como bem questiona Shapin, “quem está presente, e quem estava ausente?” – essa indagação desloca o discurso globalista homogeneizado sobre circularidade, evidenciando a geopolítica do conhecimento e das tecnologias. Afinal, “como o conhecimento científico é transferido?” As COPs já firmaram a necessidade de transferência tecnológica, mas a quem isso realmente interessa no Capitaloceno? EC e ESG não são Prometeus da transição sustentável – são discursos forjados dentro da lógica capitalista para preservar sua própria continuidade?

Revisitar Latour ([2008]2014) em “Um Prometeu (Cauteloso)?” é essencial aqui. Se a sustentabilidade opera como ajuste e o ESG se limita a ser selo de governança, então o verdadeiro desafio está no *design* como matriz pós-antropocênica, e por consequência, pós-sustentável. A crítica de Latour à modernidade nos convida a perguntar: estamos realmente criando um *Prometeu (Cauteloso)* latouriano ou apenas ajustando engrenagens sistêmicas? Mitigar impactos sem confrontar causas não é ruptura, é adequação. A partir desse ponto, a concepção de *design* regenerativo emerge como a possibilidade real de uma transição pós-sustentável; o “Fio de Ariadne” para a fuga antropocênica: o Ecozóico e Pós-Sustentabilidade Ecozóica.

Quando da discussão sobre uma possível disruptura antropocênica (Sandford, 2019), à luz da geolocalização da humanidade no tempo geológico e da tensão epistêmica em torno da nomeação de uma nova “Época”, já orbitava esses contextos o horizonte da Era Ecozóica. A fuga do antropoceno – discutida ao final do capítulo 3 – não se dá apenas no campo conceitual, mas também no desejo por um novo pacto civilizatório. A ecozoicidade, nesse cenário, emerge como conceito (re)fundante: não apenas uma resposta escapista ao esgotamento do paradigma antropocênico, mas uma convocação a (eco)comportamentos regenerativos essenciais à continuidade da vida. Seria essa a saída viável? Afinal, “(...) até agora tivemos uma linguagem centrada no ser humano. Precisamos de uma linguagem centrada na Terra” (Swimme; Berry, 1992, p. 258, tradução nossa). No entrelaçamento entre ruptura e regeneração, entre colapso e

criação, talvez resida a chance de um verdadeiro *pós* – não da sustentabilidade capturada, mas da vida em coevolução com o sistema-Terra.

5.4 17% de Ordem para um Possível Ecozóico?

O sistema-Terra caminha para um horizonte de (in)certezas? O Relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNRIC, 2024) revelou que apenas 17% das metas globais seguem no rumo esperado até 2030, enquanto 83% permanecem reféns de lógicas que perpetuam desigualdades, crises climáticas e colapsos ecossistêmicos. A sustentabilidade, (eco)diretrizes e a conformação de uma nova geopolítica esverdeada seriam apenas ajustes, ou há espaço par um verdadeiro pós-sustentável, uma real transição civilizatória?

Uma transição demandaria o rompimento com o (eco)neocolonialismo, o eurocentrismo e antropocentrismo, abrindo-se para: “visões políticas amplas, que vão além dos imaginários do desenvolvimento, do progresso e do universalismo (...) como o capitalismo, a ciência e o indivíduo.” (Escobar, 2021, p. 546), emergindo como um dos pilares na contestação do modelo dominante, ao apontar caminhos para novas formas de organização socioeconômica ecocentradas. No mesmo caminho, a biocivilização e “A crescente conscientização sobre os direitos e responsabilidades humanas dentro das sociedades, entre elas e na relação com a biosfera ilumina a questão fundamental da interdependência, (...)” (Grzybowski, 2021, p. 223). Esse percurso ecoa a necessidade de uma (eco)alfabetização (Wahl, ([2016]2020) e do construtivismo de saberes proposto pelos *Três Horizontes* (Wahl, *apud* Sharpe, 2013). Entretanto, tais movimentos culturais não estão isentos do risco de extemporaneidade, pois se forem considerados “voz vazia” nos corredores do labirinto humano, será testemunhado um ajuste esverdeado rumo ao caos; ao contrário, se forem a forja para uma ruptura, esta, ainda poderá ser tardia.

Uma pós-economia emerge como uma necessidade para repensar a relação Homem-Ecosfera, rompendo a lógica acumulativa vigente, que, sob eufemismos como eficiência econômica, continua a perpetuar a degradação sistêmica. Acosta (2021, p. 470) ressalta: “A pós-economia não é uma antieconomia. Na verdade, a pós-economia reconhece que as sociedades, como qualquer formação social precisam de produção (...) No entanto, esses processos devem ser regulados por uma racionalidade socioecológica.” Tal racionalidade estaria, de fato, sendo observada no embate de diferentes linhas de pensamento sobre EC?

Um (eco) abissalismo poderia ser cogitado em assimetrias estruturais entre Norte e Sul Global. Países latino-americanos progressistas frequentemente justificam suas posturas

(eco)desenvolvimentistas com base na nacionalização de recursos – atrelado ao preço global das *commodities*. O que muda? O neoextrativismo, enquanto projeto econômico, amplia tensões em torno dos recursos naturais, externaliza custos socioambientais e perpetua a lógica linear pois “não é nem transformador nem emancipatório” (Hargreaves, 2021, p. 173).

Em contrapartida, do Norte Global, emerge a episteme de um *projeto* não econômico de decrescimento (*degrowth*), abordagem que exige redistribuição do binômio produção-consumo, buscando alcançar a sustentabilidade ambiental, bem-estar e, em tese justiça-social – desafios a lógica da acumulação mercadológica. A noção de “decrecer”, proposta por Gorz (1972) e assimilada por Georgescu-Roegen ([1971]1995) em sua formulação da questão entrópica, não se restringe à ideia de “não crescer”. Trata-se, antes, de uma proposta de transição civilizatória rumo a “sociedades conviviais que vivem de maneiras simples, em comum e com menos” (Demaria; Latouche, 2021, p. 243), escapando da fetiche do crescimento infinito.

Nesse esteio, os contrapontos desenvolvimentistas colidem: afinal, para que sustentabilidade seja efetiva, ela exige uma abordagem pós-desenvolvimentista. Segundo McMichael (2021, p. 89) tal perspectiva “aborda essas múltiplas contradições ao adotar princípios de reparo e regeneração natural, começando pela responsabilidade local”. No entanto, uma inquietude persiste: pós-desenvolvimento para quem? Trata-se de um conceito sem sujeito fixo, onde o decrescimento opera como um vocabulário para uma nova “Era” (D’Alisa; Demaria; Kallis, 2015). Nesse percurso, Peter Victor (2008) argumenta que o crescimento econômico é, por definição, insustentável.

A transição civilizatória alinha-se a máxima da prosperidade sem crescimento. Jackson ([2009]2017), argumenta que a prosperidade não precisa estar atrelada ao crescimento econômico contínuo, mas sim a um modelo econômico que reconheça os limites de um planeta com recursos finitos. “Será possível escaparmos do fantasma do desenvolvimento? A grande tarefa, sem dúvida, é construir não apenas novas utopias, mas também a possibilidade de imaginá-las, tendo o pós-capitalismo – e não apenas o pós-neoliberalismo – como horizonte”, para um possível *Bem Viver* (Acosta, 2016, p. 76). *Alternativas Sistêmicas* (Solón, 2019) propõem reorganizações que não apenas remendam o sistema vigente, mas tentam superá-lo.

Assim, impõe-se a pergunta: superação ou continuidade? Talvez o Ecozóico” represente um horizonte de ruptura, ancorado no utopianismo malthusiano de equilíbrio Homem-Ecosfera e o “H3” (*fig. 19*) de Sharpe (2013). Para além dos ajustes sustentabilistas e das tentativas de mitigação dos danos da modernidade, emerge a necessidade de um horizonte pós-sustentável, um novo paradigma pós-antropocênico que não apenas reorganiza, mas rompe a lógica vigente.

Neste ponto, o pensamento de Thomas Berry e Brian Swimme se torna essencial, pois “a era Ecozóica exige um consenso humano abrangente, pois necessita desse suporte para viabilizar seus programas em escala planetária. Nesse contexto, todo planeta passaria a ser concebido como um bem comum.” (Swimme; Berry, 1992, p. 255, tradução nossa) em oposição à perpetuação da lógica mercantil.

O Ecozóico não representa uma transição para práticas mais eficientes dentro do mesmo sistema, mas uma mudança civilizatória profunda que rejeita a centralidade da economia na organização da sociedade, onde a biosfera é referência primordial. No contexto da sustentabilidade *mainstream*, da economia circular superficial e do ESG capturado pelo mercado, a transição ecozóica propõe um afastamento definitivo da lógica de crescimento infinito, da instrumentalização da natureza como recurso e do mito do desenvolvimento (Furtado, 1974). O que está em jogo não é mais uma adaptação do mercado, mas o abandono da centralidade do mercado como eixo da organização.

Nesse caminho, ao considerar a proposta de um novo horizonte – a pós-sustentabilidade –, propõe-se um rompimento epistemológico, uma era em que seres humanos não estarão no centro, mas sim inseridos na lógica do sistema-Terra onde, “O mundo natural exige uma resposta além do insight científico. O mundo natural exige uma resposta que surja das profundezas selvagens inconscientes da alma humana.” (Berry[1995]1999, p. 55, tradução nossa). Ora, “sem animalidade, não há humanidade” (Morin, 2003, p. 40). Se o humano é uma emergência (selvagem) da vida na Terra, sua sobrevivência depende da dissolução da lógica exploratória. O sistema-mundo seguiria sem o humano, mas o humano, sem reconfiguração de sua relação com a biosfera, observaria sua própria obsolescência.

5.5 O Labirinto do “Pós”: Emergência do Ecozóico e a Pós-Sustentabilidade Ecozóica

Se há tantos “pós” – pós-industrial, pós-desenvolvimento, pós-moderno, pós-humano, pós-capitalismo, pós-Antropoceno – não estaríamos, na verdade refuncionalizando o próprio conceito de transição? Mais do que rupturas, muitos desses prefixos apenas reposicionam velhas estruturas sob novas roupagens, sem que a essência da lógica que as sustenta seja verdadeiramente superada. Talvez seja sensato compreender todo o contexto exposto até então como uma exposição a *Hiperobjetos* (Morton, 2013); nesse caminho:

Hiperobjetos são viscosos, fundidos, não-locais, em fase e interobjetivos. Eles aderem aos seres que os encontram. (...) São tão vastos, tão complexos em termos temporais e espaciais, que desafiam as ideias tradicionais sobre o que é uma coisa, em primeiro lugar. (*idem*, 2013, p. 01-02, tradução nossa).

Trazer à baila Timothy Morton e sua reflexão sobre hiperobjetos é seminal à proposta de uma Pós-Sustentabilidade Ecozóica. A cosmovisão sobre a geolocalização do homem na trama espaço-temporal, a ruptura antropocênica, a celeuma do antropoceno e a busca por uma fuga antropocênica – que deságua na economia circular e seus desdobramentos em prol da (des)carbonização, *designs*, e a conformação de diretrizes normativas domésticas e transnacionais podem ser observados como fenômenos tão imensos, complexos e distribuídos no tempo e no espaço que ultrapassam a capacidade humana de percebê-los diretamente como um “todo”. O aquecimento global, a acidez dos oceanos, o plástico nos mares, os resíduos nucleares, as mudanças climáticas – são todos exemplos de hiperobjetos – *matrioskas* do existencialismo humano.

Morton (2013) nos obriga a reconhecer que certos problemas ambientais não são eventos isolados ou mensuráveis de forma simples, mas estruturas massivas e persistentes, que nos envolvem mesmo quando não há possibilidade de observá-las diretamente. O carbono emitido *hoje* permanece na atmosfera por séculos; os efeitos climáticos das ações antrópicas se espalham por regiões e gerações, operando silenciosamente, com consequências que transcendem fronteiras políticas, temporais e materiais. A sustentabilidade tradicional – com sua ênfase em gestão, eficiência e “boas práticas” – não dá conta dessa escala hiperobjetual.

A questão central não é simplesmente criar mais um “*pós*”, outro hiperobjeto, mas perguntar: há, de fato, uma transformação estrutural ou apenas uma adaptação do mesmo modelo dominante? No contexto da sustentabilidade, isso se torna ainda mais evidente. A EC superficial, o ESG cooptado pelo mercado e a mitigação como estratégia de acomodação mostram que, até aqui, a sustentabilidade tem mais um mecanismo de ajuste do que um movimento de ruptura. A Pós-sustentabilidade ecozóica, portanto, não pode ser apenas mais um “*pós*” na longa linhagem dos deslocamentos conceituais. Se o Antropoceno, ainda é um *evento* do Holoceno, o Ecozóico talvez seja o primeiro indício de um verdadeiro deslocamento epocal. A história do pensamento moderno está repleta de “*pós*” – hiperobjetos – que prometem transições, mas frequentemente se ajustam a lógica dominante sem abalar suas bases, nesse sentido: (i) Pós-Industrial (Bell, 1973; Kumar, 2006) – transição de uma economia baseada na indústria para uma economia do conhecimento e serviços. Mas o que mudou? Apenas a matriz produtiva, sem ruptura com a lógica do crescimento e acumulação; (ii) Pós-desenvolvimento (Escobar, 1995; McMichael, 2021) – superação do paradigma desenvolvimentista que tratava crescimento como sinônimo de progresso. Mas o que mudou? O discurso se sofisticou, enquanto o extrativismo e as desigualdades persistem; (iii) Pós-moderno (Lyotard, 1979;

Harvey, 2006) – rejeição das grandes narrativas totalizantes e valorização da fragmentação do conhecimento. Mas o que mudou? O pensamento crítico se fragmentou, sem construir um novo alicerce epistemológico sólido.

Em tempo, poderiam ser considerados hiperobjetos: (iv) Pós-humano (Hayles, 1999) – exploração das fronteiras entre humano, tecnologia e inteligência artificial e, o surgimento de turbo-humanos (Mayos, 2023). Mas o que mudou? A lógica da dominação se desloca do meio ambiente para os corpos e mentes; (v) Pós-capitalismo (Mason, 2015) – automação, redes descentralizadas e economia da informação como substitutos do capitalismo tradicional. Mas o que mudou? O mercado ainda estrutura as relações de poder, e; (vi) Pós-antropoceno (Latour, 2017) – uma era em que o ser humano deixa de ser o principal agente geológico. Mas o que mudou? A estrutura antropocênica segue operando; o “pós” e suas rupturas, são questionáveis.

Se o Antropoceno é um *evento* do Holoceno, o Ecozóico pode ser um evento *epocal* do pós-Antropoceno - talvez a transição seja reconhecida no futuro remoto. Então, para onde caminha o “pós”? Se há um deslocamento epistemológico real, ele não pode ser apenas um prefixo reposicionando velhos paradigmas. O Ecozóico não é um nome para o velho mundo, mas sim um horizonte civilizatório que rejeita a centralidade da economia, dissolve a instrumentalização da natureza como recurso e redefine a inserção humana no sistema-Terra. Essa não é apenas uma reinvenção da roda. É uma mudança de eixo, pois “Não nos faltam as forças dinâmicas necessárias para criar o futuro. Vivemos imersos em um mar de energia além de toda compreensão. Mas essa energia, em um sentido último, é nossa não por dominação, mas por invocação.” (Berry, [1995]1999, p. 175, tradução nossa).

O desafio não está na compreensão dos 17% de ordem ou 83% de caos, pois são eles que ditam o rumo de um evento histórico holocênico-antropocênico. A queda do paradigma da ordem – do rótulo da economia circular superficial ao horizonte da Pós-Sustentabilidade Ecozóica – definirá a permanência humana no sistema-mundo.

Talvez seja apenas mais uma metáfora forte, como tantas outras costuradas ao longo dos capítulos anteriores. Mas há, ainda uma sustentabilidade sistêmico-antropocênica de arranjos. Haverá um “pós”? (In)certezas ladeiam o propenso Prometeu (Cauteloso) e seus *designs*. O algoz pode ser confrontado por seu próprio rearranjo? Talvez o paladino não esteja no Antropoceno, mas sim no Ecozóico.

Nesse contexto, a crítica à linearidade civilizatória ganha densidade quando se escutam vozes como a de Ailton Krenak, para quem “estamos vivendo um tempo que não é nosso” (2019, p. 30), um tempo artificial, descolado da Terra, da coletividade e da vida. De modo

convergente, Milton Santos ([2000]2002) denuncia a globalização perversa – o capitalismo bruto – e o meio técnico-científico-informacional como estruturas que sufocam a pluralidade dos mundos possíveis, e nesse sentido afirmou que: “O mundo pode ser outro” (Santos, [2000]2002, p. 15) Ambos apontam para a urgência de descolonizar o tempo, o território e o pensamento. Assim, o Ecozóico não é apenas uma era geológica alternativa, mas uma reconfiguração radical da forma como habitamos o planeta e o outro.

Insculpir argumentos, tendo como porto seguro CTS(A), permite o confronto de uma cosmovisão pasteurizada, que oscila entre *caos* e *ordem* – e cujos desdobramentos ainda se encontram por vir.

Por fim, empresta-se de Liev Tolstói ([1887]2021) uma reflexão: *De quanta terra precisa um homem?* – adaptada ao contexto exposto:

Quadro 32 - A máxima de Tostoi

Duas irmãs discutiam sobre a vida no campo e na cidade.

A mais velha, que vivia na cidade, exaltava o conforto urbano. A mais nova, camponesa, retrucava: “Quem tem terra e trabalha duro, não depende de ninguém.”

Pakhom, que ouvia a conversa, refletiu: “Se eu tiver bastante terra, não temerei ninguém – nem o próprio Diabo.”

O Diabo, que escutava em silencio, sorriu e sussurrou: “Muito bem, teremos uma contenda. Eu lhe darei terras imensas, e por meio delas, o colocarei no poder.”

E assim, o homem se lançou na corrida. Mais território. Mais produtividade. Mais riqueza. Correu o inteiro, sem perceber que a linha de chegada não era um marco de posse, mas um limite intransponível.

Quando o sol se pôs, caiu exausto. Sua jornada terminara.

No fim, tudo que precisava eram sete palmos de terra para ser enterrado.

Fonte: Tolstói ([1887]2021) – adaptado pelo autor.

Talvez, neste ponto, seja sensato emprestar novamente de Latour (2020b) a indagação: *Onde aterrar?* Geolocalizar o humano em sua jornada no Antropoceno – e em sua tentativa de romper com as amarras do Carbonoceno e ao Capitaloceno – pode ser o primeiro passo para compreender a necessidade de ruptura. Afinal, como vislumbrar um além, quando estamos enclausurados nas realidades complexas do (pós)moderno, sustentadas por uma economia circular antropocênico-sistêmica, carbonizada, e por uma ecologia fraca travestida de transição?

É diante do emaranhado de indagações, inquietudes e prefixos “pós”, observados até aqui, que se torna urgente revisitar as vozes que, desde a introdução, pavimentaram a “Máxima de Tolstói”. Se Thomas Berry (1991) propôs o Ecozóico, não como um tempo sucessor, mas como uma nova condição de pertencimento cósmico, na qual ciência, espiritualidade e ética se entrelaçam em resposta ao colapso civilizatório; Leonardo Boff (2011a) fala de um “ethos do cuidado” que recoloca o humano como parte – e, não dono – da criação.

Em contrapartida, Arturo Escobar (2018), reivindicando transições pluriépistêmicas, busca abrir espaços para os saberes do Sul global; um pluriverso epistêmico, como os de Ashish Kothari ([2019]2021) e Yanez (2020), que denunciam as falsas promessas de justiça ambiental dissociadas da equidade global. Morton (2013) evidencia a impotência diante dos hiperobjetos – como a mudança climática e sustentabilidade –, que escapam à manipulação humana e dissolvem qualquer ilusão de controle.

É nesse cenário que Celso Furtado ([1974]2000) desmonta o mito do desenvolvimento, que reduziu o futuro à promessa de abundância material, obscurecendo os custos ecológicos, sociais e culturais desse projeto. Como alerta: “a ideologia do desenvolvimento substitui o futuro pelo crescimento econômico, ainda que à custa da destruição das condições de vida” (Furtado, 1974, p. 65). O que Berry chama de Ecozóico, Furtado já intuía como a necessidade urgente de ruptura com a mitologia econômica dominante. Não basta nomear o “*pós*”. É preciso instaurar um novo horizonte de sentido, capaz de deslocar a centralidade do crescimento e refundar a existência humana a partir da interdependência com a Terra.

Ao reconhecer esses limites:

Seria possível, então, antever uma Pós-Sustentabilidade Ecozóica?

6 CONCLUSÃO

Buscou-se demonstrar a existência de um ouroboros multiexistencial e multimilenar humano. Como “matrioskas”, foram expostos os *tempos* da existência humana no sistema-Terra desde o passado remoto (*cap.* 2) ao futuro próximo (*cap.* 5), passando necessariamente pelo presente (*caps.* 3 e 4). Tempo geológico e tempo social-legal-ambiental compuseram o mosaico de informações instrumentalizadas que, através do processo de cenarização prospectiva, se basearam em contabilizações de emissões totais de gases de efeito estufa, com o intuito de demonstrar as falhas sistêmicas da linearidade comportamental-econômica extrativista do humano; neste sentido:

O Capítulo 2, ao geolocalizar a humanidade sob a ótica CTS(A), desvelou o percurso intrincado das interações entre Homem e Ecosfera, onde pequenas mudanças reverberam historicamente. A teoria do caos, como base argumentativa, revelou que alterações aparentemente insignificantes produziram impactos desproporcionais, culminando no cenário (pós)moderno. A transição do Holoceno para o Antropoceno não é apenas um fenômeno geológico – é construção social e epistêmica, cujas consequências já se fazem sentir.

O Holoceno serviu de alicerce vital no sistema-Terra: nele, a passagem do nomadismo ao sedentarismo consolidou padrões lineares de exploração que extrapolaram a subsistência e estruturaram sistemas produtivos complexos. O Neolítico redefiniu a relação do humano com o ambiente, convertendo o extrativismo biológico em econômico – e perpetuando uma lógica linear de exploração multimilenar. Como consequência, a população global saltou de 5 milhões no Holoceno-Neolítico para mais de 9 bilhões no Antropoceno – ou, mais precisamente, no Holoceno antropocênico.

Esse percurso consolidou os *footprints* – comerciais, agrícolas e industriais – como pilares da intensificação extrativista linear. A comodificação da Ecosfera tornou-se traço civilizacional, insculpindo um ciclo histórico de repetições, no qual o binômio causa-efeito rege a relação Homem–Ecosfera. A resiliência da economia linear, como exposto, revela a dificuldade em romper paradigmas enraizados. Mesmo sob novas roupagens, o modelo extração–produção–consumo–descarte persiste como eixo central da organização econômica.

Do passado remoto (14.000 a.P.) ao passado próximo (1610 e.C.), o acúmulo de CO₂e passou de 0,0 para 1,0 Gt CO₂e – sem que houvesse consciência de seus impactos. A expansão comercial e agrícola ampliou as pegadas humanas nos biomas, alterando flora, fauna e cadeias alimentares. O *footprint* industrial, por sua vez, acelerou vertiginosamente a trajetória extrativista.

De 1750 a 1950, segundo o *Atlas Global de Emissões* e OWID (2024), as emissões de GEE atingiram 2.370,0 GtCO₂e (fig. 4) – marcando o legado do crescimento exponencial, do impacto e toxicidade do humano no sistema-Terra. Nesse caminho, foram apresentados O possíveis marcos para o Antropoceno, ressignificando as pegadas da humanidade na Ecosfera e desdobrando inquietações (cap. 3).

A abordagem CTS(A) permitiu questionar o excepcionalismo humano e o individualismo metodológico, propondo uma compreensão mais sistêmica e crítica das problemáticas ambientais e sociais – com base na apreensão da realidade como processo histórico-social e na promoção da aprendizagem transformadora. A busca por dominância do sistema-Terra cobra alto custo e revela realidades multiexistenciais complexas (figs. 09, 12 e 18). O Prometeu-humano, agente de transformações, busca legitimar sua geolocalização e permanência terrena.

O contexto histórico da desanimalização consciencial moldou padrões de comportamento ao longo de ciclos históricos distintos – alimentando tanto a expansão civilizatória quanto o colapso (fig. 3). O capítulo evidenciou a urgência de uma cosmovisão sistêmica (fig. 4), onde os dados consolidados das emissões de GEE revelam a linearidade extrativista unidirecional do comportamento econômico humano.

A disruptura antropocênica (cap. 2) foi fomentada, abrindo caminho para as reflexões aprofundadas no capítulo 3. Assim, as causas e concausas dos *footprints* posicionaram o humano como coisificador e comodificador da Natureza – em um sistema finito. Dedutivamente, concluiu-se: o pináculo do conhecimento humano, longe de semear ordem, intensificou o caos sistêmico. Pensamentos disruptivos seguem buscando “saídas”, mas antes de projetar futuros, foi preciso reconhecer onde o humano está. E aqui se instala a inquietação fundamental: Geolocalizado, o humano é capaz de reconhecer a encruzilhada em que se encontra?

O Capítulo 3 – Antropoceno? Para quem? refletiu sobre as (in)certezas do tempo geológico e do tempo social-legal-ambiental, evidenciando conflitos e a necessidade de repensar a posição do humano no sistema-Terra. Como aponta Harvey (2006), o modernismo nasceu de uma crise na percepção espaço-temporal, enquanto o pós-modernismo reconfigurou essa relação. O Antropoceno, nesse contexto, emerge como construção (pós)moderna, refletindo as dinâmicas causa-efeito que moldam a experiência humana no planeta.

A análise do convite (in)consciente ao Antropoceno abordou a etimologia de “*antropo* + *ceno*”, demonstrando que o termo, cunhado por Stoermer nos anos 1980 e popularizado em 2000, já possuía antecedentes – como Pavlov (1921) e Stoppani (1876), que introduziu a noção de antropozóico para descrever a humanidade como agente transformador da Ecosfera. A Revolução Industrial consolidou-se como marco estratigráfico GSSP, moldando a figura do Prometeu antropocênico. Antes desse período, a concentração de CO₂ variava entre 270 e 275 ppm, atingindo 310 ppm em 1950 (Crutzen; Stoermer; McNeill, 2007).

A intensificação das emissões de GEE reafirma a justificativa transformadora do comportamento humano – legitimada, paradoxalmente, por sua própria destrutividade. As reflexões multidimensionais sobre o Antropoceno abordaram as ações antropogênicas e seus impactos, articulados pela equação do desenvolvimento linear de Bazzo et al. (2003), cujas reverberações se desdobram nos capítulos 4 e 5.

As ciências exatas, naturais e sociais permearam essa análise, evidenciando que, enquanto o tempo geológico era estudado desde 1873, o tempo social-legal-ambiental ainda se consolidava. No século XVIII, limitava-se aos direitos civis e políticos; no século XIX, incorporou os direitos econômicos, sociais e culturais; no século XX, a dimensão metaindividual passou a incluir os reflexos ambientais; contudo, como observado por Marx (1984), não é a consciência individual que determina o ser, mas a consciência social que o molda. Se o tempo é o pêndulo evolutivo, a ignorância consentida pela corrida desenvolvimentista linear legou transformações planetárias irreversíveis.

Essa celeuma epocal, evidenciada pelo Grupo de Trabalho sobre o Antropoceno (AWG), revelou um embate interdisciplinar no qual o binômio causa–efeito protagoniza o debate. A cenarização proposta por Steffen et al. (2011) (*fig. 5*) delimitou o Antropoceno entre 1750 e 2000, com um azimuth simbólico em 1950.

Elementos como o crescimento populacional, os investimentos internacionais diretos, a concentração de CO₃, N₂O e CH₄, e a capacidade decrescente dos sumidouros naturais sustentam o questionamento do modelo linear de desenvolvimento, sintetizado na equação: “+ciência = +tecnologia = +riqueza = +bem-estar” (Bazzo *et al.*, 2003), em antagonismo à proposta de sustentabilidade crítica (Sandford, 2019).

As discussões sobre investimentos responsáveis e agendas globais impulsionaram os capítulos 4 e 5, enquanto a reflexão sobre um novo imperialismo globalizado ressignificou o footprint comercial como rótulo (pós)moderno de múltiplas modernidades. A decifração do

Antropoceno expôs a convalidação das (in)certezas: causas conhecidas, efeitos cumulativos e um debate em disputa.

A controvérsia sobre a formalização do Antropoceno como nova “Época” foi analisada a partir das interlocuções do AWG desde 2000, quando o conceito emergiu nas ciências naturais e passou a reverberar interdisciplinarmente — das modelagens climáticas e contabilizações de GEE às suas implicações sociais e jurídicas. Os trabalhos do AWG, buscaram revelar a chamada “cavilha de ouro”.

Inicialmente, as propostas de datação indicavam o século XVIII (Crutzen; Stoermer, 2000) ou por volta de 1800 (Steffen *et al.*, 2007; Zalasiewicz *et al.*, 2008). Apesar das constatações acumuladas desde 2000, as projeções de emissões de GEE entre 2000 e 2011 já apontavam para a centralidade desses impactos: 3.013,42 GtCO₂e foram contabilizados no sistema-Terra (*fig. 6*).

Com novas interlocuções entre 2014 e 2016, a datação deslocou-se para o século XX. Waters (*et al.*, 2014) sugeriu 1945; Zalasiewicz (*et al.*, 2015) identificou um sinal globalmente síncrono nesse período; e Waters (*et al.*, 2015; 2016) propôs o intervalo de 1945–1964 como crucial, relacionando-o à era nuclear e suas evidências geológicas. O AWG revelou a toxicidade das relações antrópicas no sistema-Terra, expondo os footprints como catalisadores do caos socioambiental.

A questão da ordem da vida foi posta à prova: o pináculo do conhecimento científico-tecnológico – o nuclear – converteu-se em estratótipo GSSP, marcando um ponto de inflexão na história planetária. Ignorar a relação linear entre ciência, tecnologia e sociedade mascara os efeitos antropocênicos, onde o monoculturalismo do saber e do rigor não iluminou – gerou ignorantes.

Como evidenciado na cenarização prospectiva (*fig. 7*), as emissões seguiram em ascensão: 1.490,25 GtCO₂e foram registrados apenas entre 2014 e 2016. A celeuma epocal entre 2017 e 2020 ultrapassou o preciosismo das datações, com o AWG ampliando visões transversais. Zalasiewicz (*et al.*, 2017) vinculou o Antropoceno ao tempo social e projetou cenários para o próximo milênio. Summerhayes (*et al.*, 2018) previu que ele persistirá por pelo menos 100.000 anos, ressaltando a urgência da descarbonização.

Em 2019, Zalasiewicz introduziu novos “cenos”, enquanto Syvitski (*et al.*, 2020) correlacionou crescimento populacional, consumo de energia e produtividade (*fig. 8*), dialogando diretamente com os alertas de *Os Limites do Crescimento* (Meadows, 1972). Diante desse panorama, emergiu uma inquietação inevitável: Como sustentar uma vida carbonizada?

O crescimento populacional e as emissões de CO₂e contradizem a hipótese de controle (*fig. 9*). Apesar das projeções de desaceleração, as pressões sobre os sistemas naturais e socioeconômicos seguem críticas. Mesmo com as interlocuções interdisciplinares do AWG, as emissões de GEE continuaram subindo, atingindo 1.223,38 GtCO₂e no período subsequente.

Entre 2021 e 2023, o debate sobre o tempo geológico deslocou-se para além da formalização do Antropoceno como “Época”. Bauer (*et al.*, 2021), Gibbard (*et al.*, 2022a; 2022b) e Head (*et al.*, 2023) sugeriram tratá-lo como evento geológico, e não como nova era estratigráfica. Essa abordagem resgatou a ideia de outros “cenos” (Zalasiewicz *et al.*, 2019), com destaque para o Carbonoceno – uma realidade emergente.

Reconhecer o Antropoceno como *evento* representou um ponto de inflexão. O Holoceno permanece como referência geológica formal, mas as interações humanas com o sistema-Terra provocaram uma carbonização sem precedentes. Nesse contexto, entre 2021 e 2023, as projeções de GEE atingiram 1.296,27 GtCO₂e (*fig. 11*).

As análises do AWG expuseram o descompasso entre as realidades científicas e as decisões político-econômicas. O contraste é evidente: Entre 1750 e 2000, as emissões totalizaram 6.851 GtCO₂e; de 2000 a 2024, superaram 7.024,02 GtCO₂e. A toxicidade das relações antrópicas restou comprovada.

Nesse cenário, emergiram reflexões CTS(A) sobre a aceleração das crises climáticas no tempo do (pós)moderno. O evento Antropoceno é multifacetado. Mesmo sem reconhecimento formal, diversos “cenos” refletem a realidade carbonizada e a degradação em curso: i) Plasticeno (Corcoran, 2014) – marcado pela proliferação de plastigomerados, pirolásticos e ilhas de plástico, como a Grande Mancha do Pacífico (Leonard, 2010); (ii) Piroceno (Pyne, 2019) – intensificação de queimadas e degradação de biomas, comprometendo a absorção de CO₂ pelos sumidouros naturais e agravando eventos extremos (*fig. 1*); (iii) Plantatioceno (Haraway, 2015) – exaustão ecossistêmica causada por monoculturas agrícolas e florestais que sustentam a lógica econômica global; (iv) Urbanoceno – urbanização acelerada e crescimento populacional, retroalimentando a lógica linear e ampliando os footprints antrópicos.

Entre esses “cenos”, dois se impõem como centrais na narrativa da crise socioambiental: o Capitaloceno e o Carbonoceno. O capitalismo linear redefiniu a relação entre humano e Ecosfera, impulsionado por tecnologias extrativistas que intensificaram a exploração de recursos naturais.

Löwy (2013) propôs o Ecossocialismo como ruptura à lógica dominante, enquanto Haraway (2022) denunciou o Capitaloceno como intensificador das emissões de GEE –

expondo o paradoxo entre progresso e colapso sistêmico. Por sua vez, Carbonoceno, Petroleoceno e Necroceno (McBrien, 2021) caracterizam a era (pós)moderna como um período em que o CO₂e tornou-se vetor central da transformação irreversível do sistema-Terra.

A exposição desses “cenos” não revelou apenas as causas do colapso – mas também os efeitos profundos da interação Homem–Ecosfera, consolidando um modelo de desenvolvimento carbonizado e insustentável. A métrica GtCO₂e, aliada a ignorância consentida do humano e ao mito do crescimento infinito, forjou o arquétipo holocênico-antropocênico: um padrão de exploração sistêmica que persiste sob novas roupagens, mas sem romper com sua essência linear. Nesse contexto, a explosão demográfica e a teia social exigiram diretrizes sistêmicas.

A análise do tempo social-legal-ambiental revelou a evolução da normatividade ambiental. No capítulo 2, foram expostas legislações históricas (sécs. XVII-XIX) sobre “meio ambiente”, ainda atreladas a interesses econômicos. Foram abordadas as dimensões dos direitos fundamentais, desde sua inexistência (sécs. XI-XVII) até a 10^a dimensão (séc. XXI), evidenciando a tentativa de impor ordem sobre o caos desenvolvimentista.

Somente no séc. XX, os direitos difusos e transindividuais superaram interesses individuais e nacionais. A 3^a dimensão introduziu o direito ao meio ambiente saudável, mas, neste ponto, 5388,70 GtCO₂e já pairavam silenciosamente sobre o humano. Contabilizando 7024,02 GtCO₂e, a 7^a dimensão trouxe o princípio da responsabilidade, impondo novas obrigações éticas frente ao impacto ambiental das tecnologias modernas. Na 10^a dimensão, emergiu a tutela do acesso e proteção dos recursos naturais. Esse contexto revelou uma questão semiótica essencial: direitos fundamentais não são pasteurizados nem isentos de disputas geopolíticas, variando conforme as peculiaridades de cada Estado-nação, sem uma leitura única entre Norte e Sul global.

A trajetória dos direitos ambientais refletiu a tensão entre justiça social e sustentabilidade. Desde a DUDH (1948) até os ODS (2015), os marcos normativos oscilaram entre o reconhecimento da interdependência socioambiental e a subordinação da natureza ao capital. Relatórios como *Os Limites do Crescimento* (Meadows, 1972) e os debates do AWG expuseram a finitude dos recursos naturais e os impactos da Era do Carbono, enquanto as COPs consolidaram discursos sustentabilistas que, na prática, apenas ajustaram o capitalismo em crise, agora sob a roupagem do capitalismo esverdeado.

A necessidade de uma *Revolução Ecojurídica* foi observada, onde se buscou demonstrar o rompimento com a racionalidade cartesiana que fragmenta sistemas naturais e sociais. Como

apontaram Capra e Mattei (2018), essa transformação exige a reintegração entre *kósmos* e o direito, superando a ilusão de neutralidade econômica e reconhecendo a biosfera como sujeito de direito. No cenário atual, a transição para um modelo que conciliaria economia, ecologia e justiça social permanece uma inquietação central, permeada por incertezas e disputas ideológicas que definirão os rumos do sistema-Terra.

Entre retórica e realidade a contradição sistêmica das COPs foi exposta. A trajetória das Conferências das Partes revelou um paradoxo estrutural: discursos sustentabilistas proliferaram, mas emissões de GEE seguiram crescendo. Desde Berlim (1995), a governança climática global oscilou entre ambição e pragmatismo, onde a busca por consenso resultou mais em acomodação política do que à transformação efetiva. O Acordo de Paris (2015), celebrado como um marco, revelou nos anos seguintes a fragilidade estrutural, como novos mecanismos de financiamento e o Fundo de Perdas e Danos, mas sem alterar o modelo econômico dominante, ainda sustentado pela lógica linear de progresso que resiste a rupturas reais.

Como exposto, o Capitaloceno moldou as COPs como arenas de disputa, onde o idealismo ambiental foi diluído por interesses econômicos e geoestratégicos. A financeirização da crise climática, exemplificada pelos mercados de carbono e instrumentos como REDD+, reforçou a mercantilização da natureza sem alterar a lógica subjacente da exploração. O capitalismo esverdeado se adaptou, transformando a sustentabilidade em um produto regulável dentro do próprio sistema que a degrada. A COP-30 (Belém, 2025) será mais um teste: representará uma ruptura, integrando justiça climática e proteção de sumidouros naturais, ou seguirá a lógica do monitoramento contemplativo, onde se quantifica o declínio sem interrompê-lo?

Como observado, o panorama normativo brasileiro reflete essa mesma contradição. Políticas ambientais proliferam, mas as emissões de GEE seguem em ascensão. Desde a PNMA (1981) e a constitucionalização do meio ambiente equilibrado (BRASIL, 1988), até a recente *Estratégia Nacional de Economia Circular* (BRASIL, 2024), houve avanços regulatórios, mas sem romper a lógica produtivista que os torna paliativos. A transição energética e a precificação do carbono seguem atreladas ao modelo capitalista linear, onde a sustentabilidade opera mais como símbolo de controle do que como mecanismo de transformação. Inserido no abismo estrutural Norte-Sul, o Brasil adota diretrizes globais, mas sua dependência de um desenvolvimento intensivo e extrativista perpetua a tensão entre discurso ambientalista e realidade econômica.

A regulamentação ambiental oscila entre a ilusão de governança e a materialidade do colapso climático. O Carbonoceno marca, historicamente, o avanço da degradação, enquanto a resistência humana às rupturas estruturais mantém o curso rumo à perpetuação. Se há uma saída, ela não está na mera expansão regulatória, mas na redefinição da relação entre economia, ecologia e justiça climática. A lógica do *evento* Antropoceno – causa e efeito – foi desvelada. A questão, como exposto, não é mais se há tempo para reverter o cenário, mas se a humanidade aceitará a transição para um paradigma que não sustente apenas o planeta, mas sua própria existência.

A fuga do Antropoceno não é abstração teórica – é um imperativo civilizacional, como refletido no capítulo 5. No entanto, as soluções propostas, como a economia circular, permanecem atreladas à lógica produtivista e ao capitalismo esverdeado. O Relatório sobre a Lacuna de Emissões (2024) escancara essa contradição: enquanto o discurso insiste na meta de 1,5° C, as emissões continuam crescendo, revelando a fragilidade dos compromissos climáticos. Sem ruptura estrutural, o ideal de circularidade apenas refuncionaliza o extrativismo, travestido de eficiência. Superar o Antropoceno, o Carbonoceno e o Capitaloceno exige mais do que ajustes: requer romper com a lógica antropocênica da exploração e abrir espaço para paradigmas verdadeiramente transformadores.

A saída não está num corredor esverdeado do labirinto produtivista, mas na ruptura concreta com as engrenagens que perpetuam a crise. O Fio de Ariadne não é um *ouroboros* multiexistencial, onde ajustes e adaptações apenas reforçam as paredes do mesmo labirinto. O Ecozóico (Berry, 1980) emergiu como contraponto ao Carbonozóico, dialogando com o design regenerativo (Lyle, 1996; Reed, 2007; Wahl, [2016]2020) e com a visão sistêmica de Boulding ([1966]1968), discutida transversalmente nos capítulos 2 e 3 – que propõe um sistema fechado e cíclico, e não um ajuste capitalocênico que corrompe o equilíbrio entre economia e natureza.

Latour ([2008]2014) propôs o Prometeu cauteloso, incitando a humanidade a (re)configurar sua relação com o sistema-Terra. No entanto, como exposto, enquanto a sustentabilidade permanecer um “bom negócio”, qualquer transição será mera ilusão. O problema não é tempo para transformações, mas a falta de vontade para romper com a lógica da acumulação infinita. O colapso não é uma possibilidade futura – é uma realidade em curso. O futuro próximo (2050) pode não ser um ponto de inflexão, mas de concretização.

O Capítulo 4 – economias circulares e sustentáveis - do pó ao pó? investigou a EC como possível ruptura ao modelo linear extrativista e alternativa ao Antropoceno. No entanto, a análise revelou que sua implementação oscila entre transformação estrutural e

refuncionalização do capitalismo verde. A EC não se restringe a um modelo econômico, mas constitui um campo de disputa paradigmática. Sua promessa de sustentabilidade esbarra na lógica do crescimento infinito e na maximização do lucro, refletindo as limitações do determinismo progressista – a crença de que mais ciência e tecnologia garantem bem-estar social (Bazzo *et al.*, 2003; Pacey, 1990).

A contradição sobre sustentabilidade e desenvolvimento econômico sustentável abordou essa contradição: a EC surge como resposta ao modelo desperdício e à degradação ambiental, mas sua viabilidade depende de uma ruptura real com o paradigma desenvolvimentista linear. O modelo vigente se apropria do discurso da circularidade sem alterar a essência do sistema econômico, o que levanta a questão central: a EC representa uma mudança estrutural ou apenas um ajuste estratégico do capitalismo verde? Portanto, a metáfora “do pó ao pó” evocou a ideia de ciclos fechados, mas a verdadeira circularidade exige mais do que eficiência produtiva: requer um deslocamento epistemológico e político. Essa reflexão reverbera no capítulo 5, confrontando a EC com a crítica à globalização e ao próprio discurso do Antropoceno.

Sociedade, mitos e a ciência para uma transição do essencialismo ao CTS(A) analisou a construção social da ciência, historicamente ancorada em mitos estruturantes, como a crença no progresso ilimitado e na neutralidade do conhecimento (Sarewitz, 1996 *apud* Bush, 2003). A visão essencialista de Bush (1950) consolidou a ciência como motor do desenvolvimento socioeconômico, mas a história revelou seus paradoxos: o otimismo tecnoutópico alimentou catástrofes ambientais e nucleares, evidenciando a fragilidade da equação +ciência= +tecnologia= +bem-estar. McBrien (2022) denunciou esse modelo como uma expansão imperialista do conhecimento, ocultando as relações de exploração e desigualdades que sustentam o próprio Antropoceno. A crítica à tecnociência linear ganhou força com Kuhn (1962), que apontou a mudança paradigmática como motor da ciência; Carson (1962), que expôs a arrogância do humano sobre a natureza; Meadows (1972), que revelou a ilusão do crescimento infinito em um planeta finito; Naess (1973), que propôs a ecologia profunda, como alternativa a “ecologia oca” e ao antropocentrismo dominante; e com Celso Furtado (1974), ao denunciar a civilização industrial e o essencialismo da acumulação, poder e consumo – elementos que, ao seu turno, se mostram incompatíveis com os limites ecológicos do planeta.

A era nuclear, com 2.058 testes e 24.951,975Kg de material radioativo, exemplificou a perpetuação da lógica autodestrutiva humana e a perpetuação do modelo extrativista, ignorando a interdependência entre humanidade e natureza. Esse cenário reforçou a necessidade de regulação social da ciência, rompendo com o determinismo tecnocrático (Bazzo *et al.*, 2003) e

integrando abordagens críticas com *EPOR*, *SCOT* e *ANT* (TAR). Como exposto, a ciência não poderia ser apenas um instrumento do crescimento econômico; neste aspecto, restou evidenciado que, o desafio não estaria apenas em repensar a ciência, mas na ruptura da lógica linear.

A busca por tal ruptura foi analisada, e se demonstrou que circularidade econômica e sistemas fechados não são conceitos recentes. Boulding ([1966]1968) já antecipava a necessária transição para um modelo econômico fechado, comparando o sistema-Terra a uma “nave espacial”, onde recursos são finitos e a produção não pode se basear num sistema de desperdício infinito. Essa visão disruptiva confrontava a linearidade extrativista e a ideia de crescimento ilimitado, enraizando-se no pensamento econômico cíclico que, ao seu turno, passou a influenciar microcosmos científicos.

Restou evidenciado o despertar tardio do pensamento cíclico e circular, inicialmente delineado nas reflexões de Boulding, e impulsionado por análises sobre a era nuclear, os alertas do Clube de Roma (1968) e a emergência da noção sobre limites do crescimento (Meadows, 1972). Essa perspectiva evoluiu para o conceito de “Econosfera”, no qual a economia passaria a ser concebida como um subsistema operando dentro dos limites naturais (Rockström; Gaffney, 2009).

A economia circular, ao desafiar a linearidade do desenvolvimento, resgatou conceitos já estabelecidos na teoria econômica e ecológica. Modelos de pegada ecológica (Wackernagel; Riss, 1996), capital natural (Daly, 1991), economia cíclica (Boulding, [1966]1968), dinâmica de sistemas (Forrester, 1971), a crítica à entropia na economia (Georgescu-Roegen, [1971]1995) e os limites ao crescimento Meadows (1972) estabeleceram as bases para a formulação de sistemas econômicos fechados e da necessidade de um modelo que minimizasse o desperdício e maximizasse a reutilização.

Como pontuado, ainda que promova ciclos fechados, a EC permanece dependente da estrutura capitalista. A proposta de economia em *loop* (Stahel; Reday-Mulvey, 1976) evoluiu para estratégias de reutilização e remanufatura, mas esbarra em obstáculos como a obsolescência programada (Packard, 1960) e a financeirização da sustentabilidade. No fim, a pergunta central persiste: a circularidade é de fato um novo paradigma ou apenas um refinamento do modelo extrativista?

A transição da economia linear para a circular, enfrenta limitações estruturais, pois continua presa ao Capitaloceno e a lógica do crescimento infinito (Moore, 2020). Pigou ([1920]1932) já demonstrava que as externalidades ambientais são sistematicamente ignoradas

pelo mercado, criando distorções econômicas e ecológicas – a mesma lógica que persiste na precificação de carbono e na mercantilização da sustentabilidade.

Auler (2002) destacou que a ciência e a tecnologia nunca foram neutras, pois operam dentro de contextos políticos e econômicos. A EC, portanto, não pode ser tratada como solução universal, mas sim questionada: representa uma ruptura real ou apenas uma reconfiguração do capitalismo?

A EC, embora embalada como inovação, surgiu tardiamente no (pós)moderno, diante do colapso climático e da exaustão de recursos. Como demonstrado, desde Stoppani (1873) até Boulding ([1966]1968) e Meadows (1972), a necessidade de um modelo cíclico já era evidente, mas a transição sempre foi postergada. A hesitação histórica em romper com a lógica da acumulação infinita expõe a circularidade com um ajuste de conveniência, e não uma transformação estrutural. Os três eixos nucleares de Pearce e Turner sustentam essa análise.

Pearce e Turner (1989) expuseram o óbvio: a EC não rompe com o capitalismo, apenas o ajusta. Reciclagem, reuso e remanufatura seguem refêns do mercado, perpetuando a lógica extrativista sob um verniz sustentável. Moore (2022) reforça que o capitalismo não reestrutura a natureza, apenas a absorve como mais um ativo explorável. McBrien (2022) levou essa crítica ainda mais longe: a EC não mitiga a destruição, apenas refinancia. A precificação ambiental, antes de ser solução, tornou-se ferramenta de especulação, transformando a crise ecológica em um novo mercado – um sistema que cobra para continuar poluindo.

A economia circular, como exposto, se vende como ruptura, mas não passa de ajuste fino no Capitaloceno. A equação $[CTS(A)] = [(C\&T) + (P\&D) + (S+A)]$ deveria ser crítica, mas se tornou fórmula de acomodação. Packard (1960), foi exposto, pois já denunciava que o progresso planejado dentro do *caos* não rompe o sistema, apenas recicla. A descarbonização, quando refém do mercado vira mera ilusão contábil – um malabarismo para manter o jogo funcionando. A pergunta persiste: descarbonizar para viver ou para perpetuar um sistema que só troca a embalagem da crise?

Como evidenciado, os créditos de carbono não são a solução. Desde a COP-03 (1997), a descarbonização virou ativo financeiro e valor de troca, um jogo de compensações que desloca a culpa, mas mantém o colapso. Kyoto (1997) pavimentou essa ilusão com os MDL, enquanto o Acordo de Paris (2015) refinou a engenharia contábil. A equação da vida sustentável? Apenas números que legitimam a continuidade da destruição sob nova etiqueta – IPCC. A pergunta já não é se a conta ambiental fecha, mas quanto tempo resta antes que os números se tornem irrelevantes.

Decerto que a descarbonização prometeu uma transição sustentável, mas a equação da vida expôs o contrário. Os dados são inequívocos: mesmo sob metas climáticas cumpridas, os estoques residuais de CO₂ seguem críticos. Os mercados de carbono transformaram o ar em ativo financeiro, precificando o colapso sem revertê-lo. O saldo? Financeirização ambiental tímida, sem ruptura estrutural. A atmosfera, agora uma *commodity*, segue saturada; os quadros 23 a 29 demonstraram este contexto.

A EC prometeu ruptura, mas se revelou um ajuste sistêmico, reciclando o extrativismo sob nova etiqueta. A financeirização da mitigação falhou em conter o colapso, e a crença da compensação por sumidouros naturais ruiu diante o déficit irreversível. A conta, neste cenário, não fecha: mesmo na máxima capacidade, a absorção global não cobre o passivo acumulado. O saldo? -9.091,08 GtCO₂e. Não há espaço para paliativos. A equação para a vida exige ruptura, não compensação. Deste contexto, surgiu a provocação sobre uma possível “caixa de areia” (*sandbox*) epistêmica.

A EC prometeu regeneração, mas tropeçou na própria estrutura. O *sandbox* epistêmico revelou o impasse: a métrica GtCO₂e não equaciona a desigualdade climática, e os princípios regulatórios globais seguem insuficientes para enfrentar distorções estruturais entre Norte e Sul Global, mesmo estando estes no mesmo sistema-Terra.

O *design* regenerativo tentou se apresentar como solução, mas esbarrou na sua própria contradição: materiais intensivos, alto consumo energético, e dependência da lógica extrativista. Biomimética? C2C? Ainda orbitam o Capitaloceno, mascarando a obsolescência programada como inovação sustentável. A real transição não virá de ajustes técnicos, mas de ruptura com o modelo que insiste em vender progresso embalado em *green solutions*. Se o *design* regenerativo não rompe com o ciclo de acumulação, ele não é regenerativo – é só mais uma engrenagem refinada da máquina extrativista.

A transição para o *design* regenerativo não garantiu ruptura, apenas adaptação. Modelos como *cradle-to-cradle* (C2C) e biomimética vendem a promessa da circularidade, mas esbarram em limites entrópicos e no alto custo energético. A reciclagem não neutraliza a degradação, e soluções inovadoras seguem dependentes da lógica extrativista.

O *greenwashing* camufla a apropriação da natureza, e a biomimética, ao invés de reverter impactos, alimenta novos mercados de exploração ambiental. Exemplos com A Grande Muralha Verde da China e o Projeto Floresta Saudita escancaram o paradoxo: restauram ecossistemas, mas tornam o carbono um ativo financeiro, absorvível por seus “mantos verdes”, perpetuando a lógica mercadológica do Capitaloceno

Em contrapartida, diante os paradoxos epistêmicos o *design* de culturas regenerativas foi exposto sob o enfoque CTS(A). Não é um *evento*, mas um processo, exigindo ruptura real com os sistemas vigentes. Wahl ([2016]2020) propôs um sistema evolutivo, mas o risco da adaptação sem transformação persiste. A metáfora dos três horizontes da inovação (*fig. 19*) revela o dilema: transição real ou apenas um novo ciclo dentro da mesma lógica antropocênica? O “efeito Janus”, fundamental para evitar falsas promessas, sugere que a transição poderia ser tanto para reforçar o modelo antigo quanto impulsionar inovações realmente disruptivas.

Gudynas (2004; 2019) expôs os limites da sustentabilidade enraizada no produtivismo. A ecologia fraca ajusta sem mudar; a ecologia forte reconhece limites, mas sem romper o modelo econômico; somente a ecologia superforte abandona a lógica subjacente do crescimento infinito (*fig. 21*) – a quem isso interessa? Se a regeneração não for sistêmica, será apenas mais um ajuste dentro do capitaloceno, imerso no carbonoceno. O risco da ecologia oca (Naess, 1973) é real. A regeneração pode ser capturada pelo mercado, tornando-se um verniz esverdeado para o mesmo sistema extrativista, em tese, sustentabilista. Modelos como a economia borboleta e a economia donut propõem ajustes, mas sem romper com a mercantilização da natureza. Sustentabilidade para quem? Para quê?

Wahl ([2016]2020) delineou seis etapas para regeneração, mas se o paradigma produtivista não for rompido, não passará de uma adaptação conveniente. O relógio regenerativo (*fig. 20a*) ilustrou a complexidade da transição, enquanto a sobrecarga ecológica (*fig. 20b*) reafirmou a urgência do colapso em curso. A questão não é se haverá ruptura, mas: quando será tarde demais? Talvez seja um indagação inclinada ao alarmismo, contudo as cenarizações prospectivas acolhem com segurança e conforto o alarme.

A sustentabilidade sistêmica-antropocênica falhou. Enquanto o humano permanecer como régua do equilíbrio ecológico, a natureza seguirá refém da economia, e não o contrário. Regeneração exige coevolução e interdependência – não métricas de eficiência econômica.

Como exposto, as (eco)diretrizes brasileiras não rompem com o modelo extrativista. A PNTE, o SBCE, a PNRS e a PNDR tentam conciliar desenvolvimento e mitigação climática, mas sem romper a lógica do capitalismo verde. A precificação do carbono, longe de ser solução, integra o Brasil no circuito financeiro do Capitaloceno e Carbonoceno, mas sem força regulatória real – seria uma adequação econômica esverdeada? Sem um marco legal robusto (Lei), a EC segue frágil, limitada a um decreto autônomo (ENEC, Dec. 12.082/2024), vulnerável à volatilidade política. Até quando a sustentabilidade será apenas um discurso ornamental e economia verde, apenas a economia linear sob nova etiqueta?

A sustentabilidade de fachada persiste. A ecologia oca (Naess, 1973) e a ecologia fraca de Gudynas (2004; 2019) transformaram a compensação financeira no substituto da transformação estrutural. Para que a EC se desloque de uma estratégia paliativa para um paradigma regenerativo, seria necessário romper com a lógica de ajustes técnicos e transitar para uma ecologia superforte. No Brasil, a ausência de um marco legislativo sólido sinaliza um “curto-circuito” normativo: diretrizes frágeis, dependentes da volatilidade política, são facilmente descontinuadas. Como construir uma transição sustentável sem raízes legais profundas?

No cenário global, como restou evidenciado, a sustentabilidade tornou-se um signo semiótico de poder. Mais do que um modelo ambiental, a EC agora reconfigura hierarquias econômicas e políticas – novamente sob o verniz esverdeado, reforçando o que Ramonet (1998) antecipou: a disputa geoestratégica pela normatização do futuro sustentável já começou. Mas essa transição é genuína ou apenas um novo ciclo de dominação? A nova geopolítica circular não é homogênea – ou pasteurizada – mas um campo de tensões e contradições. Cada macrorregião revela um paradigma próprio, onde a EC oscila entre promessas e instrumentos de poder. Como exposto no:

(i) Hemisfério Norte – Europa: o *green deal* se vende como liderança da transição sustentável, mas enfrenta resistências internas e dependências fósseis periféricas. O modelo europeu, a visão eurocêntrica, não é universalizável sem conflitos;

(ii) Hemisfério Sul – África: EC surge como estratégia de sobrevivência, mas depende de financiamento externo – como dito anteriormente, (eco) financiamentos são “tímidos” – e, no mesmo caminho, a transferência de (eco)*know-how*, reafirmando a colonialidade ambiental;

(iii) Hemisfério Sul e Leste – Oceania: a EC se ancora na resiliência insular, mas as ilhas enfrentam barreiras estruturais e vulnerabilidade climática, que tornam a circularidade uma promessa frágil, dependente nos mesmos (eco) financiamentos “tímidos” e (eco)*know-how*;

(iv) Hemisfério Norte Setentrional – Oriente Médio: EC é uma ferramenta geopolítica. Arábia Saudita e Emirados Árabes vendem sustentabilidade, mas seguem dominados pelo capital fóssil;

(v) Hemisfério Norte (entre Europa Oriental e Ásia Setentrional) – Rússia: EC é uma estratégia ecológica de baixo carbono, mas segue dependente de combustíveis fósseis e indústrias extrativistas, balizadas na linearidade;

(vi) Hemisfério Norte (Sul da Ásia) – Índia: EC é uma meta, contudo ainda busca alinhamento econômico e sustentabilidade ambiental. O *Clean Mission India* visa reduzir a defecação a céu aberto o que indica longa jornada a ser percorrida.

(vii) Hemisfério Norte (região Leste da Ásia) – China: O modelo chinês institucionalizou a EC, mas esbarra no paradoxo do crescimento tecnológico e impacto ambiental. Planos quinquenais? Para que? Talvez para demonstrar o engrandecimento do crescimento (in)consequente de +ciência= +tecnologia= +riqueza. Mas seria esse o pináculo do conhecimento acumulado?

(viii) Hemisfério Norte e Sul Oeste – Américas: um mosaico fragmentado. Os EUA não possuem uma política nacional unificada, talvez nem seja de seu interesse, e a EC se transforma em um instrumento de inovação corporativa. No Canadá, regulações avançam, mas colidem com o extrativismo. A América Latina acumula leis ambientais, mas a fragmentação normativa impede uma governança integrada (*fig. 23*). Talvez como um resultado direto do processo de colonização extrativista histórico.

Deste contexto, foi consolidada a percepção de que a EC não rompe com o jogo de poder global – apenas o reconfigura. Os fins justificam os meios? As diretrizes normativas não são ruptura, mas reconfiguração de poder dentro da lógica antropocênica e mercadológica. A corrida regulatória pelo novo mercado de emissões cria hierarquias e barreiras comerciais, onde quem dita as regras da EC controla o novo capitalismo verde. Ancarani (1995) já apontava: ciência e tecnologia tornaram-se transnacionais, moldando uma governança (in)sustentável que define quem tem o direito de existir no sistema-Terra.

A nova geopolítica da sustentabilidade não aponta para regeneração – mas para um novo ciclo de controle global, onde foi firmado a intuição de Dante (*apud* Reale, 2002), que ressoa com força no contexto das (eco)diretrizes pois o Direito é uma proporção real e pessoal, e quando corrompida, corrompe a teia social.

O Capítulo 5 – Pós-sustentabilidade? – a proposta de um “*pós*” em sustentabilidade exige, antes, uma pergunta essencial: houve de fato, um “*pré*” concretizado? O conceito de sustentabilidade, amplamente difundido, nunca rompeu com a lógica que supostamente deveria substituir. Se não houve ruptura, como conceber um “*pós*”? Tal como a celeuma epocal, discute-se quando começou antropoceno, mas não há desfecho.

A cenarização prospectiva revelou que o ciclo linear do desenvolvimento sustentável mitiga impactos, mas não altera suas causas estruturais. O problema central persiste:

sustentabilidade e desenvolvimento seguem atrelados, girando dentro da mesma engrenagem. Sem rompimento, não há fuga real do antropocentrismo.

Se o Capitaloceno e Carbonoceno continuam definindo a trajetória do humano, onde está a transição? A geolocalização do humano no tempo e espaço expôs um arquétipo extrativista multimilenar, cujas *footprints* são irreversíveis. Antropoceno? Para quem? A simbologia sustentabilista não enfrenta as raízes da crise – apenas refuncionaliza a lógica linear sob um verniz circular. A promessa de uma economia regenerativa esbarra em sua própria contradição: reorganiza, mas não rompe.

A EC se apresenta como uma resposta prometeica, mas continua refém da mesma estrutura. Se carbono segue se acumulando e extração apenas muda de rótulo, qual ruptura está sendo feita? A defesa de uma economia regenerativa é capturada por um binarismo desgastado, onde o embate entre ajustes incrementais e mudanças radicais paralisa a ação. Como alerta Lowy (2021), circularidade econômica sem ruptura estrutural não é transformação – é ciclo ornamental.

Se a solução fosse o Ecosocialismo, o que seria rompido? Polanyi ([1944]2000) denunciava a separação entre economia e tecido social como aberração histórica. Mas quase um século depois, os dilemas estruturais persistem. O que exigiria uma “pós-sustentabilidade” real? Se a sustentabilidade não foi alcançada, pode haver um pós?

Discursos circulares operam num jogo soma-zero (Nash, 1950): ganhos ambientais anulados por perdas estruturais. Se a ruptura for real e não apenas instrumental, o que sobra? O Antropocídio? Uma nova bioeconomia regenerativa? Ou apenas o próximo ciclo de adaptação sistêmica? A transição, como evidenciado, não pode ser um corredor esverdeado dentro do mesmo labirinto. Sem ruptura, o *pós* não passa de um espelho do antes. A equação da vida não fecha com ajustes contábeis, mas com transformações irreversíveis.

A adaptação sistêmica foi exposta diante de uma possível nova ordem planetária. Mas é necessário existir uma ordem precedente para que uma nova ordem possa emergir? Fato é que foram reveladas as tensões de uma geopolítica circular, onde 7,4 bilhões de pessoas vivem sob diretrizes normativas que orbitam a circularidade e ideais sustentabilistas nos hemisférios expostos, mas sem um paradigma único. Norte e Sul Global continuam divididos, presos ao dilema entre soma-zero e soma não-zero (Nash, 1950).

Latour(2020) pergunta: “Onde aterrar?”, mas talvez o problema não seja o destino, e sim a rota. O Prometeu Cauteloso ([2008]2014) propõe prudência, mas há espaço para cautela quanto o tempo geológico não acompanha o tempo político-social?

A EC foi apresentada como solução geoestratégica, mas sua aplicação é fragmentada: (i) na política, os Estados-nações negociam o sustentável em acordos ambientais e COPs, mas sem enfrentar as contradições estruturais; (ii) na economia, o extrativismo linear apenas muda de nome (*figs.* 19 a 22). Se a crise climática é “a maior falha de mercado da história” (Stern, 2006), a solução pode ser apenas um ajuste contábil? Um “*pós*” sustentável não pode ser apenas um acerto de contas mercadológico.

Lowy (2021) e Polanyi ([1944]2000) já denunciaram a separação entre economia e tecido social como uma aberração histórica. Mas o *evento* Antropoceno ainda dita as regras. Termos como “carbono neutro” e “descarbonização” são massificados, mas o que representam? Transição real ou simulacro? O verdadeiro “Fio de Ariadne” não é um caminho de saída, mas um circuito fechado de MDLs e crédito de carbono. Seriam soluções ou apenas mercantilização do caos?

O mercado de carbono não equilibra nada. Apenas redistribui o problema. Estados abastados economicamente, dito de outra maneira – ricos, impõe precificação alta (147 USD/tCO_{2e} – WBO, 2024, *fig.* 22), enquanto economias emergentes operam com valores irrisórios (0,46 USD/tCO_{2e} – WBO, 2024, *fig.* 22) para preservar sua competitividade. Justiça ambiental ou perpetuação das desigualdades globais? Sustentabilidade é pauta mundial a décadas, contudo emissões continuam sua escalada caótica. Encontros anuais das COPs são pragmáticos ou paradoxais?

Ha-Joon Chang (2004) já denunciava: o Norte Global “chutou a escada” do desenvolvimento para manter sua vantagem. A EC, dentro dessa lógica, não se tornou apenas um novo modelo de exclusão? Gween Ottiger (2017), como restou observado, alertou que a justiça ambiental exige soluções reais – não paliativos mercadológicos. Se a geopolítica circular perpetua o Capitaloceno travestido de regeneração, estamos em transição ou apenas num (eco)jogo desequilibrado de soma-zero (Nash, 1950)?

Se a ecologia oca persistir, a contagem regressiva para o colapso já está escrita – é apenas um fato a ser constatado. A metáfora do relógio do juízo final foi utilizada como marcador simbólico: 90...89...88 segundos para meia noite (*Bulletin of the Atomic Scientists*, 2024) representou os bastidores das realidades complexas do (pós)moderno frente ao colapso; fato é que, o tempo não apenas se esgota – ele acelera. Nesse contexto, 83% de caos e segundos para o fim do mundo não é retórica uma esvaziada de significados complexos, pois como restou demonstrado pelas cenarizações prospectivas os ODS falham (UNRIC, 2024).

Neste caminho, delinearam-se dois cenários possíveis, com base em projeções do WBO (2024), que, ao seu turno, fundamentaram a metáfora do *Doomsday Clock*: o primeiro, considerando Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDLs) e uma taxa anual de crescimento das emissões reduzida a 0,5%; o segundo, em contrapartida, projeta um mundo sem MDLs, com incremento das emissões na ordem de 2% ao ano

A partir dessas projeções, evidenciou-se que a primeira cenarização sustenta a retórica prometeica de uma estabilização das emissões até 2050 (IAE, 2023), ainda que permeada por (in)certezas quanto à contenção do aquecimento global. Já a ausência de MDLs, no segundo cenário, reforça o alarme de um aquecimento superior a 3°C até 2100, conforme alertado pelo PNUMA (2024). A escolha entre os cenários, no entanto, revela mais que trajetórias climáticas: revela a hesitação de uma civilização entre o pacto com a biosfera e o colapso silenciosamente legitimado pela inação.

A COP-30 (Belém, 2025) será um divisor de águas ou apenas mais um rito vazio da diplomacia (eco)diplomática? O ciclo é previsível: promessas adiadas, compromissos esvaziados. Em perspectiva, se o padrão das COPs persistir, é possível antever uma COP-45 (2045) ou COP-50 (2050) marcando 51...50...49 segundos para o colapso. O que se está a sustentar, afinal?

Como evidenciado, a trajetória dos ODS (ONU, 2015) repete as falhas estruturais dos ODM (ONU, 2000). Erradicar a pobreza (ODM 1) e garantir a sustentabilidade ambiental (ODM 7) revelaram-se promessas frágeis; o trabalho digno e crescimento econômico (ODS 8), bem como produção e consumo sustentável (ODS 12) tentam equilibrar preservação e progresso, mas seguem reféns da lógica extrativista. Fato é que há 17% de sucesso na implementação dos ODS.

Cúpulas climáticas como a COP-15 (2009), COP-21 (2015) e COP-26 (2021) perseguem um futuro carbono neutro; contudo, as cenarizações prospectivas (*fig. 18*) revelam uma escalada vertiginosa das emissões. Decerto que a última edição da Conferência das Partes, em Baku (2024), também inquieta: teria seguido os mesmos passos de suas predecessoras e protelado rupturas? Ora, é factível concluir que os compromissos assinados não configuram um pacto global pela sustentabilidade, mas sim um contrato esverdeado de manutenção do colapso. Então, estaríamos ensaiando um pós-colapso?

O quadro 29 expôs o saldo acumulado desde 1750: -9.091,08 GtCO₂e e. Mesmo com a adoção de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDLs), o saldo negativo projetado até 2050 é alarmante: -3.408,04 GtCO₂e; sem MDLs, a projeção beira a catástrofe: -6.119,04

GtCO₂e. Fato é que a biosfera – sobretudo os sumidouros naturais – já não absorve carbono na velocidade necessária. A mitigação natural falha, seja pelo decaimento gradual de sua capacidade, seja pela brutalidade do volume de emissões.

Diante disso, resta a pergunta: o design de culturas regenerativas (Wahl, [2016]2020) poderia oferecer uma saída? Talvez. Mas, para tanto, seria preciso romper a lógica linear – algo que, até aqui, não ocorreu. Ou então aplicar uma espécie de pausa *stop-loss* ecológica, uma medida quase inusitada: como frear, afinal, a marcha desenvolvimentista global? Enquanto isso, a mercantilização do carbono e o verniz verde das COPs perpetuam um *ouroboros* multiexistencial: um ciclo fechado onde destruição e regeneração colapsam na mesma engrenagem. A chamada “transição ecológica” não rompe estruturas, apenas as ajusta. Como evidenciou McBrien (2022), a economia do crescimento infinito não apenas destrói ecossistemas – ela opera dentro do Necroceno, um devir extinção.

O quadro 30 revelou o saldo residual de CO₂e projetado até 2050, *com e sem* MDLs. E, diante desse cenário, a pergunta reaparece: o que, de fato, está sendo sustentado? A inquietude conduz a uma constatação incômoda: a continuidade desse modelo não configura adaptação — é um salto deliberado para a irreversibilidade. Com MDLs, projeta-se um saldo de -10.934,02 GtCO₂e; sem MDLs, o número desaba para -13.645,02 GtCO₂e. Os dados não indicam superação, mas aprofundamento – uma manutenção calculada do colapso sob a lógica do mesmo.

O quadro 31 dissolve ilusões de uma transição sustentável gradual. O saldo residual previsto para 2050 não denuncia uma anomalia: expõe a essência do sistema. A equação do carbono neutro se ancora em uma falácia: a mercantilização da crise. Não há plano para reverter o passivo climático histórico, há apenas mecanismos para precificá-lo e perpetuar sua lógica acumulativa. Summerhayes (*et al.*, 2018) projeta um cenário de normalidade climática apenas para daqui a 100.000 anos.

Fato é que o Capitaloceno e o Carbonoceno transformaram a sustentabilidade em *commodity*. MDLs, precificação e créditos de carbono são apenas novos alicerces do mesmo edifício em ruínas. Nesse cenário, Stengers (2018) desnudou uma falha estrutural: a ciência já não conduz – ela se adapta às conveniências de cada COP e à lógica do *mainstream sustainability*. Nesse caminho, torna-se plausível afirmar que o *ouroboros* multiexistencial alimenta o Carbonozóico: um ciclo em que a máquina da sustentabilidade e o mito da circularidade se decantam no poço turvo do *sustentáveis*, ajustando engrenagens sem jamais romper estruturas.

A ONU e o Banco Mundial não projetam rupturas, apenas aplicam um verniz esverdeador ao sistema vigente. A Economia Circular (EC), moldada sob a lógica antropocênica, não se alinha ao sistema-Terra, apenas refuncionaliza suas disfunções. E, como já demonstrado, o crescimento sustentável é uma ilusão. O ciclo se repete. O colapso não é hipótese – é processo em curso. A crise climática não recua, ela acelera. A precificação de carbono (*fig. 22*) escancara seu verdadeiro rosto: neocolonialismo disfarçado. As emissões continuam em escalada, desmascarando a falácia da mitigação.

O Capitaloceno encontrou sua válvula de escape: a EC da Fundação Ellen MacArthur, um modelo que elimina resíduos – mas não o sistema que os produz. Resultado? Uma engrenagem que gira no mesmo eixo: os ideais sustentabilistas foram transmutados em ativos financeiros.

O que foi inicialmente deflagrado como disrupção converteu-se em ajuste de mercado. Ritzén e Sandström (2017) e Tura et al. (2019) desmascaram a farsa: a Economia Circular (EC) só teria impacto real se redesenhasse as relações produtivas e sociais. No entanto, sua versão dominante apenas reconfigura e esverdeia o extrativismo. A EC da Fundação Ellen MacArthur não reestrutura cadeias produtivas, apenas transfere impactos.

O que passou a ser celebrado como (eco)inovação talvez devesse ser nomeado pelo que é: destruição disfarçada. Mercado de créditos e precificação de carbono? A poluição virou ativo financeiro. Selos ESG? Governança climática baseada em ecologia fraca – ou oca – tornou-se greenwashing institucionalizado. O que, afinal, está sendo sustentado? Uma nova economia – ou a reciclagem da destruição?

Tura et al. (2019) ainda evidenciaram o óbvio silenciado: a EC superficial entrou em choque com os interesses do mercado global e, por isso, se tornou um ajuste cosmético, não uma transformação. Circularidade, assim instrumentalizada, mantém o jogo intacto sob o disfarce de uma transição gradual. O verdadeiro salto, como demonstrado, reside na ecologia profunda (Seed, 2021, p. 288).

À beira do colapso reciclável, revela-se o paradoxo: a circularidade econômica, como foi formulada, ignora os limites físicos do sistema-Terra, extrapolando os limites do crescimento (Meadows, 1972). O problema estrutural permanece: o crescimento infinito. A EC não o confronta, apenas o suaviza. Nesse ponto, ressurge o dilema formulado por Naess (1971): ecologia profunda ou ecologia oca? A sustentabilidade fraca apenas ajusta as margens, sem desafiar a estrutura.

Seria essa a condição (pós)moderna do humano tecnosférico? Incapaz de conceber a crise que habita, enquanto refaz a história em ciclos? Dentro desse ciclo de colapso reciclável, Berners-Lee ([2010]2020) sintetizou o paradoxo com ironia: “Quanto piores são as bananas?” Otimizar pegadas ecológicas, de carbono, hídricas e materiais (Wackernagel & Rees, 1996; Hoekstra, 2019; Schmidt-Bleek, 1993) não reduz o impacto – apenas o desloca. A EC superficial é, assim, um ciclo da destruição reciclada, disfarçada de solução.

Plásticos reciclados não desaparecem, apenas assumem novas formas (Leonard, 2010; Corcoran, 2014). A política do descarte se perpetua, sustentando a falsa promessa de circularidade e a ideia ilusória de uma sustentabilidade sistêmica sob base antropocênica.

Packard (1960) revelou a lógica da obsolescência planejada – e, como evidenciado, a economia circular não a desmantelou: apenas a reciclou. Ciência e tecnologia (C&T) e pesquisa e desenvolvimento (P&D): cúmplices ou prisioneiras desse ciclo? E o campo CTS(A)? Estaria, de fato, promovendo rupturas reais – ou apenas circulando pelos mesmos corredores do labirinto epistêmico?

O Antropoceno é um evento, mas a economia circular superficial, quando não confronta – a lógica do crescimento, torna-se apenas um episódio. Sua regeneração não é biológica o é mercadológica. Seu ajuste não é disruptivo, é adaptativo. Como alertaram Maturana e Varela (1995), a sustentabilidade real se integra aos ciclos vitais da biosfera, não à lógica da eficiência de mercado. Nesse cenário, levantes sustentabilistas como o ESG, quando dissociados da ecologia superforte (Gudynas, 2004; 2019), reduzem-se a greenwashing institucionalizado.

A chamada ciência da sustentabilidade – como questiona Stengers (2018) – pode ser outra? Uma outra ciência é possível? Shapin ([2010]2013) respondeu: o conhecimento não opera no vácuo. Então, quem define se as narrativas da Economia Circular (EC) e do ESG são ciência? Narrativas de quem? A serviço de quê? Quem está presente – e quem está ausente – nessa formulação? A COP-30 trará respostas – ou apenas consumirá mais um segundo antes da meia-noite?

Se a EC é de fato uma transição, ela precisa apontar para algo – não pode ser apenas uma acomodação estratégica do Capitaloceno. O Ecozóico pode ser esse caminho, mas exige ruptura – não reciclagem da destruição. Como revelado, 83% de caos rumo ao *caos* foi denunciado. O cenário *com* MDLs indica que apenas 17% dos ODS seguem no que se convencionou chamar de “rumo certo”. Mas... certo para quem? E rumo a quê?

A transição para a Era Ecozóica não pode ser um ajuste dentro da engrenagem antropocênica – sobretudo porque, como demonstrado, o Antropoceno é um evento, não uma

era. A sustentabilidade tornou-se selo legitimador da acumulação e do extrativismo esverdeado. ESG, economia circular superficial e mecanismos de precificação de carbono não desmontam a estrutura; pelo contrário, aprimoram a lógica predatória.

Se o Ecozóico é, de fato, um horizonte possível, ele exigirá mais que inovação técnica: demandará a destituição da economia como eixo ordenador e a reinstauração da biosfera como fundamento. A questão não é tecnológica, tampouco produtiva, é civilizatória. Ou mudamos a matriz – ou colapsamos com ela.

A humanidade não está diante de um problema técnico – mas de um dilema existencial: o sistema-mundo pode seguir sem o humano. O contrário, contudo, não é verdadeiro. Berry ([1995]1999) já advertia: o mundo natural não precisa de ajustes científicos – ele exige (re)conexão visceral. Caso contrário, a extinção é inevitável.

Capitalismo verde? Ilusão. Ciclos produtivos otimizados? Desvio de rota. O que está sendo mensurado não é eficiência – é a matriz existencial da humanidade. O Antropoceno pode ser o prenúncio da obsolescência humana. O Ecozóico, em contrapartida, indaga desde logo: O que está se sustentando – e o que ainda resta para ser sustentado? Nesta perspectiva, traçar uma rota da circularidade ao Ecozóico, passando pela queda do paradigma de ordem, exige encarar a questão central: O que, de fato, se sustentou até aqui?

O colapso reciclável do Antropoceno. A perpetuação do Capitaloceno. A mercantilização da transição dita sustentável. A circularidade não rompeu com a linearidade – apenas a refinou. O crescimento econômico, agora travestido de eficiência ecológica, permanece como dogma.

A crise climática não é um efeito colateral – é a estrutura da exaustão. O saldo de carbono projetado até 2050 é irreversível sob a lógica vigente. A degradação da biosfera não é uma anomalia no sistema – é o próprio sistema. Portanto, o que vem agora? Ruptura – ou extinção.

Foi prospectada a existência de um labirinto do “pós” – e, com ele, a emergência de um horizonte Ecozóico. Nesse contexto, diversos hiperobjetos foram convocados: geolocalização, Antropoceno, economia circular, design e a própria conjectura de uma Pós-Sustentabilidade Ecozóica. Se o Ecozóico representa um horizonte possível, ele só existirá como ruptura – não como ajuste, como aqui demonstrado. Fatos que corroboram essa constatação: (i) A ciência não opera no vácuo (Shapin, [2010]2013); (ii) A governança climática não se dá em tabuleiros neutros – ela é parte da engrenagem que perpetua a crise; (iii) A economia verde, a precificação de carbono e os mecanismos de compensação sustentam a mesma arquitetura de exploração;

(iv) O Antropoceno não é apenas uma era – é uma sentença. E a pergunta permanece: A humanidade escolherá ser um artefato fóssil do Carbonoceno – ou dissolverá sua centralidade no sistema-Terra?

A resposta não está no mercado. Tampouco na política. Está no próprio limite do tempo que ainda resta. Se o Ecozóico for apenas um novo nome para o velho mundo, então não há transição – há refuncionalização da crise. Mas se há, de fato, um deslocamento epocal... Onde ele começa?

A fábula de Tolstói ([1887]2021) sugere que o limite não está na terra – mas no próprio humano e em sua corrida insaciável. No fim de tudo, o que resta são sete palmos de terra. Mas... quantos segundos ainda restam antes da meia-noite? O Antropoceno é essa corrida. O Carbonoceno, seu combustível. O Capitaloceno, sua justificativa. E a COP-2050, o seu epitáfio.

Talvez a pergunta de Latour (2020b) ressoe como a única que ainda importa: “Onde aterrar?” Não há mais escolha? Certo é que o tempo corre. O que resta? A Pós-Sustentabilidade Ecozóica é uma possibilidade – um hiperobjeto cuja concretude ainda escapa à plena apreensão.

O tempo de decidir se ela será apenas miragem ou ruptura, como alerta a metáfora do Relógio do Juízo Final, aproxima-se do fim. O tempo, enquanto operador ontológico, molda a cosmovisão e delimita os contornos do que o pensamento é capaz de conceber.

Resta, então, revisitar a indagação de Tolstói: De quanta terra precisa o homem?

Seria utópico – ou necessário – responder concretamente a essa pergunta a partir da perspectiva da Pós-Sustentabilidade Ecozóica?

6. REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Fernando Antônio; SAMPAIO, Antônio Carlos Freire. Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular. In: **Entorno Geográfico**, n. 15, p. 82-102, 2018. Disponível em <https://doi.org/10.25100/eg.v0i15.6712>. Acesso em 07 jul. 2023.
- ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora Planeta, 2012.
- ACOSTA, Alberto; BRAND, Ulrich. **Pós-extrativismo e decrescimento: saídas do labirinto capitalista**. São Paulo: Elefante, 2018.
- ACOSTA, Alberto. Pós-economia, p. 468-472. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.
- ACOSTA, Alberto. **O Bem Viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos**. São Paulo: Elefante, 2022.
- AFRICAN CIRCULAR ECONOMY ALLIANCE (ACEA). Charting Africa's path to circularity, Home. Disponível em <https://www.aceafrica.org>. Acesso em fev. 2024.
- ALVARENGA, Augusta T.; PHILLIPI JR., Arlindo; SOMMERMAN, Américo; ALVAREZ, Aparecida M. S.; FERNANDES, Valdir. Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade, p. 36-42. In: **Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação**. Barueri, SP: Manoel, 2011.
- ALVES, José E. D. O Holoceno está para o paraíso assim como o Antropoceno está para o inferno. In: **Ecodebate**. Disponível em <https://www.ecodebate.com.br/2020/12/18/101625/>. Acesso em 02 abr. 2022.
- ALTVATER, Elmar. O Capitaloceno, ou a geoengenharia contra as fronteiras planetárias do capitalismo. p. 224-270. In: MOORE, Jason W. (Org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022.
- AMIN, Samir. **O desenvolvimento desigual: ensaio sobre as formações sociais do capitalismo periférico**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1976.
- AMIN, Samir. La Crisis. **Salir de la crisis del capitalismo o salir del capitalismo en crisis**. Madrid: El Viejo Topo, 2009.
- ANDRADE, Thales Haddad de; SILVA, Lucas Rodrigo da. A internacionalização do conhecimento científico e tecnológico e seus efeitos nos Institutos Públicos de Pesquisa, p. 281-315. In: **Apropriação social da ciência e da tecnologia: contribuições para uma agenda**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.
- ANCARANI, Vittorio. Globalizing the world: Science and technology in international relations, p. 652-670. In: JASANOFF, Sheila; MARKLE, Gerald E; PETERSEN, James C.; PINCH, Trevor. (Eds.). **Handbook of science and technology studies**. Sage, 1995.
- ANDERSON JR., John D. **Fundamentos de engenharia aeronáutica**. AMGH Editora, 2015.

ANGUS, Ian. Facing the Anthropocene: Fossil Capitalism and the Crisis of the Earth System A No-analog state, p. 25-26, 2016. New York, USA: NYU Press. In: **JSTOR**. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1bgz9vp>. Acesso em mai. 2024.

ALIER, Joan Martínez; JUSMET, Jordi Roca. **Economía ecológica y política ambiental**. Fondo de Cultura económica, 2015.

ALIER, Joan Martínez. Justiça ambiental, p. 378-382. In: In: KOTHARI, Ashish et al. **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

ARÁBIA SAUDITA. **Saudi Green Initiative**. 2021. Disponível em <https://www.saudigreeninitiative.org>. Acesso em mar 2024.

ARÁBIA SAUDITA. **Economia Circular de Carbono (ECC)**, 2020. Disponível em <https://www.moenergy.gov.sa/en/OurPrograms/Sustainability/CircularEconomy/Pages/default.aspx>. Acesso em mar. 2025.

ARÁBIA SAUDITA. **Visão Saudita 2030**. Estratégia nacional para diversificação econômica e sustentabilidade. Disponível em <https://vision2030.gov.sa>. Acesso em mar. 2025.

ARCTIC ICE PROJECT (AIP). *Home*. Disponível em <https://www.arcticiceproject.org/the-project/>. Acesso em nov. 2024.

ARCHER, David. Fate of fossil fuel CO₂ in geologic time. CO₂ Lifetime. In: **Journal of Geophysical Research**, v. 110, 2005. Disponível em https://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/archer.2005.fate_co2.pdf. Acesso em ago. 2024.

ARENDT, Hanna. **Entre o passado e o futuro**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

ARENDT, Hanna. **Da Revolução**. São Paulo, Ática, 1988.

ARENDT, Hanna. **A Condição Humana**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2019.

AROCENA, Rodrigo; SUTZ, Judith. **Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento**. Madrid: Cambridge University Press, 2003.

ARRHENIUS, Svant. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. In: **Philosophical Magazine and Journal of Science**, 41(251), 237-276, 1896. Disponível em <https://zenodo.org/record/1431217>. Acesso em ago. 2024.

ARTAXO, Paulo. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**, n. 103, p. 13-22, 2014. Disponível em <https://repositorio.usp.br/item/002945604>. Acesso em mai. dez. 2024.

ATLAS GLOBAL DE EMISSÕES. **Global Carbon Atlas Emissions**. Disponível em <https://globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>. Acesso em set. 2024.

AULER, Décio. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de**

professores de ciências. 2002. 248f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso em abr. 2024.

AUSTRALIA. **National Waste Policy Action Plan (NWPAP)** 2019. Department of Agriculture, Water and the Environment, 2019. Disponível em <https://www.agriculture.gov.au/sites/default/files/documents/national-waste-policy-action-plan-2019.pdf>. Acesso em mar. 2024.

BACON, Francis. **Novum Organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza.** São Paulo: Nova Cultural, 1999.

BANCO MUNDIAL. **Nine Pacific Island Countries (PIC9), 2020:** Kiribati, Nauru, Marshall Islands, Federated States of Micronesia, Palau, Samoa, Tonga, Tuvalu and Vanuatu - Performance and Learning Review for the Period FY2017-2021. Washington, D.C.: Banco Mundial, 2020. Disponível em <https://tinyurl.com/mr3k3xnw>. Acesso em mar. 2024.

BARBOSA, Magno Alves. **Química Nuclear.** 2. ed. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2021.

BARNOSKY, Anthony D. et al. Has the earth's sixth mass extinction already arrived? In: **Nature**, v. 471, n. 7336, p. 51-57, 2011. Disponível em <https://www.nature.com/articles/nature09678>. Acesso em mar. 2023.

BAUER, Andrew M. *et. al.* "Anthropocene: event or epoch?" In: **Nature**, vol. 597(7876), p. 332-332, 2021. Disponível em <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02448-z>. Acesso em ago. 2023.

BAUDRILLARD, Jean. **A sociedade de consumo.** Lisboa: Edições 70, 1995.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida.** Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida líquida.** Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2007.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadoria.** Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BAUMOL, William J. et al. **The theory of environmental policy.** Cambridge university press, 1988.

BAZZO, Walter A.; LINSINGEN, Irlan Von; PEREIRA, Luiz T. do Vale. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), p. 119-156. In: **Cadernos de Ibero-América. Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI) Madri, Espanha,** 2003. Disponível em <https://ctsflavio.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/02/bazzo-o-que-c3a9-cic3aancia-tecnologia-e-sociedade-pdf.pdf>. Acesso mai. 2023.

BECK, Ulrich. **Modernização reflexiva.** São Paulo: Editora Unesp, 200.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

BECK, Silke; FORSYTH, Tim; KOHLER, Pia M.; LAHSEN, Myanna; MAHONY, Martin. The making of global environmental science and politics, p. 1059-86. In: FELT, Ulrike; FOUCHÉ, Rayvon; MILLER, Clark A; SMITH-DOERR, Laurel. (Eds.). **The handbook of science and technology studies**. Fourth edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2017.

BELL, Daniel. **The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting**. New York: Basic Books, 1973.

BENAKOUCHE, Tamara. Tecnologia é sociedade: contra a noção de impacto tecnológico, p. 115-139. In: **CTS ciência tecnologia sociedade - e a produção de conhecimento na universidade**. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. UnB/Capes-Escola de Altos Estudos, 2013. Disponível em http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/43825/1/LIVRO_CienciaTecnologiaSociedade.pdf. Acesso em set. 2024.

BENYUS, Janine M. **Biomimicry: Innovation inspired by nature**. New York: HarperCollins, 1997.

BERRY, Thomas. **The dream of the earth**. San Francisco: Sierra Club Books, 1988. Disponível em https://thomasberry.org/wp-content/uploads/2020/11/Berry_The-Cosmology-of-Peace.pdf. Acesso em set. 2022.

BERRY, Thomas. The Ecozoic Era. In: **E. F. Schumacher Society Annual Lectures**, 11., 1991, Great Barrington. Center for New Economics. Great Barrington, MA: Schumacher Center for a New Economics, 1991. Disponível em <https://centerforneweconomics.org/publications/the-ecozoic-era/>. Acesso em set. 2024.

BERRY, Thomas. **The great work: our way into the future**. New York/US: Crown Publishing Group: Bell Tower, 1999. Disponível em https://projects.iq.harvard.edu/files/retreat/files/berry_the_great_work.pdf. Acesso em set. 2022.

BERNERS-LEE, Mike. **How bad are bananas? the carbon footprint of everything**. Profile Books, 2020. Disponível em <https://tinyurl.com/3k88n4t3>. Acesso mai. 2024.

BITTAR, Eduardo Carlos Bianca. Semiótica, poder e intolerância: populismo, direitos humanos e a crise do Estado Democrático de Direito. In: **Estudos Semióticos**, v. 17, n. 1, p. 59-81, 2021. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/esse/article/view/227098/206617>. Acesso em jun. 2024.

BOBBIO, Norberto. **A era dos direitos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BOGGS, Sam. **Principles of Sedimentology and Stratigraphy**. New Jersey: Prentice Hall, 2012. Disponível em <http://tinyurl.com/26cdj2rv>. Acesso em jun. 2023.

BONAVIDES, Paulo. **Curso de Direito Constitucional**. 19ª Edição, São Paulo: Editora Malheiros, 2006.

BOOKCHIN, Murray. **Our Synthetic Environment**. New York: Knopf, 1962.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2011(a).

BOFF, Leonardo. **Uma esperança: a Era do Ecozóico**. (2011b). Disponível em: <https://leonardoboff.org/2011/02/14/uma-esperanca-a-era-do-ecoico/>. Acesso dez. 2024.

BOFF, Leonardo. **As quatro ecologias: ambiental, política e social, mental e integral**. Rio de Janeiro: Mar de ideias: Animus Anima, 2012.

BOFF, Leonardo. **O doloroso parto da mãe terra: uma sociedade de fraternidade sem fronteiras e de amizade social**. Petrópolis: Editora Vozes, 2021.

BOFF, Leonardo. **O Piroceno pode ameaçar a espécie humana**. 2024. Disponível em <https://leonardoboff.org/2024/09/25/o-piroceno-pode-ameacar-a-especie-humana/>. Acesso em ago. 2024.

BOSSI, Pedro. Controle de convencionalidade e meio ambiente. In: **Conjur**, 24 jun. 2020. Disponível em <https://www.conjur.com.br/2020-jun-24/pedro-bossi-controle-convencionalidade-meio-ambiente/>. Acesso em abr. 2025.

BOURDIEU, Pierre. Actes de la recherche en sciences sociales. Vol. 2, n°2-3, juin. 1976. La production de l'idéologie dominante. In: **Le champ scientifique**, n.2, p.88–104. ARSS, 1976. Disponível em https://www.persee.fr/doc/arss_0335-5322_1976_num_2_2_3454. Acesso em jul. 2021.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **Reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975.

BOURDIEU, Pierre. **Homo academicus**. Santa Catarina, Florianópolis: EDUSFC, 1999.

BOURDIEU, Pierre. **A “nobreza do estado” e a revolução francesa**. São Paulo: EDUNESP, 2001.

BOURDIEU, Pierre. **O Amor Pela Arte: museus de arte na europa e seu público**. Porto Alegre, Editora Zouk, 2003

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico**. São Paulo: Unesp, 2004.

BOURDIEU, Pierre. **A Distinção: crítica social do julgamento**. São Paulo: Edusp; Porto Alegre, RS: Zouk, 2007.

BOULDING, Kenneth E. The economics of the coming spaceship earth, p. 275-288. In: **Beyond Economics: essay on society, religion and ethics**. USA: The University of Michigan

Press, 1968. Disponível em <https://gwern.net/doc/economics/1966-boulding.pdf>. Acesso jun. 2024.

BRAND, Ulrich; LANG, Miriam. Economia verde, p. 138-141. In: KOTHARI, Ashish et al. **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

BRADFORD, Neil John. Creative cities: Structured policy dialogue backgrounder, pp.01-15. In: **Canadian Policy Research Network**, Family Network, 2004. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/265157133_Creative_Cities_Structured_Policy_Dialogue_Backgrounder. Acesso em jun. 2023

BRASIL. **Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR**. Decreto Lei nº 9.810 de 30 de maio de 2019. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9810.htm. Acesso em 13 de jan. 2023.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA**. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Disponível http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em jan. 2023.

BRASIL. **Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm. Acesso em jan. 2023.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS**. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm. Acesso em jan. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 1874, de julho de 2022**. Institui a Política Nacional de Economia Circular e altera a Lei nº 10.332, de 19 de dezembro de 2001, a Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010, e a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, para adequá-las à nova política. Disponível em <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/153918>. Acesso em jan. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.576, de 26 de novembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/13576.htm. Acesso em jul. 2023.

BRASIL. **Política Nacional de Transição Energética – PNTE**. Resolução CNPE nº 8, de 26 de agosto de 2024. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2024/resol-8-in.pdf>. Acesso em set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024 – SBCE**. Institui o Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Disponível em <https://tinyurl.com/z2a435fa>. Acesso em dez. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Rota da Economia Circular**. Disponível em <https://tinyurl.com/52km72hr>. Acesso em jan. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024.** Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm. Acesso em jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.** MCTI, 2021. Disponível em <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>. Acesso em fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil – 2ª Edição.** Brasília: MCTI, 2014. Disponível em https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/estimativas-anuais-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa/estimativas_2ed.pdf. Acesso em fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil – 6ª Edição.** Brasília: MCTI, 2022. Disponível em <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>. Acesso em fev. 2024.

BRIMBLECOMBE, Peter. **The Big Smoke: A History of Air Pollution in London since Medieval Times.** London: Metheun, 1987.

BULLETIN OF THE ATOMIC SCIENTISTS. **Doomsday Clock Timeline.** Disponível em <https://thebulletin.org/doomsday-clock/timeline/>. Acesso em set. 2024.

BUREAU, U.S.C. 1940 Census Population Schedules – New Mexico, Bernalillo County. **Decennial Census of Population and Housing.** 2021. Disponível em <https://catalog.archives.gov/id/131366112>. Acesso em abr. 2023.

BURNS, Edward Mcnall; LERNER, Robert E.; MEACHAM, Standish. **História da civilização ocidental: do homem das cavernas às naves espaciais.** Globo, 2000.

BUSH, Vannevar. **Science: The endless frontier.** National Science Foundation, 1945. Disponível em https://www.nsf.gov/about/history/EndlessFrontier_w.pdf. Acesso em set. 2022.

CANÇADO TRINDADE, Antonio Augusto. **Tratado de Direito Internacional dos Direitos Humanos**, vol. 1. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris, 1997.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** São Paulo: Cultrix, 2006.

CAPRA, Fritjof; MATTEI, Ugo. **A revolução ecojurídica: o direito sistêmico em sintonia com a natureza e a comunidade.** São Paulo: Cultrix, 2018.

CAPPELLETTI, Mauro. “Formações sociais e interesses coletivos diante da justiça civil”. Revista de Processo, ano II, n. 5, jan./mar. 1977, p. 135. In: FENSTERSEIFER, Tiago. **Defensoria pública, direitos fundamentais e ação civil pública: a tutela coletiva dos**

direitos fundamentais (liberais, sociais e ecológicos) dos indivíduos e grupos sociais necessitados. São Paulo: Saraiva, 2015.

GLOBAL CARBON PROJECT. **Global Carbon Dashboard.** Disponível em <https://carbonbudget.global>. Acesso em dez. 2024.

CATANI, Afrânio Mendes. As Possibilidades Analíticas da Noção de Campo Social. In: **Educação & Sociedade**. Campinas, v. 32, n. 114, p. 189-202, jan.-mar. 2011. Disponível em <https://www.scielo.br/j/es/a/LqyGHhYg69RCRnfJy5pXdsB/>. Acesso em jan. 2024.

CATANI, Afrânio M.; NOGUEIRA, Maria A.; HEY, André P.; MEDEIROS, Carla. (Orgs.). **Vocabulário Bourdieu.** Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

CHANG, Ha-Joon. **Economia: como usar – um guia prático dos principais conceitos econômicos.** São Paulo: Portfólio-Penguin, 2015.

CHANG, Ha-Joon. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica.** São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CHARDIN, Pierre Teilhard de. **O lugar do homem na natureza.** Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

CHAVES, Martha. Ecovilas. In: **PluGUATriverso: dicionário do pós-desenvolvimento.** São Paulo: Elefante, 2021.

CHILE. **Ley de Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor.** Gobierno de Chile (2016). Disponível em <https://www.gob.cl>. Acesso em abr. 2024.

CHINA. **Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China.** 2008. Disponível em <https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/policy-database/CHINA%29%20Circular%20Economy%20Promotion%20Law%20%282008%29.pdf>. Acesso em abr. 2024.

CHINA. **Outline of the 14th Five-Year Plan (2021–2025) for National Economic and Social Development and Long-Range Objectives through the Year 2035.** 2021. Disponível em: <https://en.ndrc.gov.cn/policies/202203/P020220315511326748336.pdf>. Acesso em abr. 2024.

CLARK, William E. (Ed.). **Biological Prototypes and Synthetic Systems: Proceedings of the Second Annual Bionics Symposium.** New York: Plenum Press, 1961. Disponível em: <https://archive.org/details/biologicalprotot00clar>. Acesso em jan. 2024.

COMTE, Auguste. **Curso de Filosofia Positiva.** São Paulo: Nova Cultural, 2000.

CHWAŁCZYK, Franciszek. Around the anthropocene in eighty names considering the urbanocene proposition. In: **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4458, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.3390/su12114458>. Acesso em ago. 2023.

COCHRAN, Thomas B.; ARKIN, William M.; HOENIG, Milton M. **Nuclear Weapons Databook.** Washington, D.C.: Ballinger Publishing Company, 1984. Disponível em https://nuke.fas.org/cochran/nuc_84000001a_01.pdf. Acesso em jul. 2024.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). **Observatório Parlamentar de Mudanças Climáticas e Transição Justa**. Santiago, 2024. Disponível em <https://www.cepal.org/en/opcc>. Acesso em nov. 2024.

COMMONER, Barry. **The Closing Circle: Nature, Man, and Technology**. New York: Knopf, 1971.

CORCORAN, Patricia L.; MOORE, Charles J.; JAZVAC, Kelly. An anthropogenic marker horizon in the future rock record. In: **GSA today**, p. 4-8, 2014. Disponível em <https://rock.geosociety.org/gsatoday/archive/24/6/pdf/i1052-5173-24-6-4.pdf>. Acesso em 01 ago. 2023.

COSTA RICA. **Decarbonization Plan 2050**. Costa Rica Government (2021). Disponível em: <https://www.presidencia.go.cr>. Acesso em abr. 2024.

COUMOU, Dim; ROBINSON, Alexander. Historic and future increase in the global land area affected by monthly heat extremes. In: **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 3, p. 034018, 2013. Disponível em <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/034018/pdf>. Acesso em ago. 2023.

COZZENS, Susan E.; WOODHOUSE, Edward J. Science, government, and the politics of knowledge, p. 787-812. In: HACKETT, Edward. J; AMSTERDAMSKA, Olga; LYNCH, Michael; WAJCMAN, Judy. (Eds.). In: **Handbook of science and technology studies**. Third edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2008.

CRIST, Eileen. A pobreza da nossa nomenclatura. p. 34-64. In MOORE, Jason W. (Org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022.

CROSBY, Alfred W. **The Columbian exchange: biological and cultural consequences of 1492**. Westport, Connecticut: Praeger Publishers, 2003.

CRUTZEN, Paul Josef; STOERMER, Eugene Frank. In. The “Anthropocene”. In: **Global Change International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Newsletter** n. 41, p.17-18. 2000. Disponível em <https://tinyurl.com/66e7w5f2>. Acesso em 14 mar. 2023.

CRUTZEN, Paul. J. Geology of mankind. In: **Nature**, vol. 415, p. 23, jan. 2002. Disponível em <https://www.nature.com/articles/415023a>. Acesso 14 mar. 2023.

D'ALISA, Giacomo; DEMARIA, Federico; KALLIS, Giorgos (Eds.). **Degrowth: A Vocabulary for a New Era**. Abingdon: Routledge, 2015.

DA SILVA, José Afonso. **Curso de direito constitucional positivo**. São Paulo: Malheiros Editores, 1984.

DADALTO, Luciano. **Diretivas antecipadas de vontade: aspectos jurídicos**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2015.

D'ALISA, Giacomo. Economia Circular, p. 134-137. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

DALY, Herman E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, Textos para Debates n. 34, 1991.

DE BRITO CRUZ, Carlos Henrique. Vannevar Bush-Science The Endless Frontier. In: **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 2, p. 241-280, 2014. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649079>. Acesso em jul. 2024.

DE CASTRO, Iná Elias. **Geografia e política: território, escalas de ação e instituições**, p. 124-129. São Paulo: Bertrand Brasil, 2005. Disponível em <https://tinyurl.com/bdetp7md>. Acesso em 12 jun. 2022.

DELMAS, Magali A.; BURBANO, Vanessa C. The drivers of greenwashing. In: **California Management Review**, v. 54, n. 1, p. 64–87, 2011. Disponível em <https://journals.sagepub.com>. Acesso em ago. 2024.

DEMARIA, Federico; LATOUCHE, Serge. Decrescimento, p. 241-245. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

DETANICO, Flora Bittencourt; TEIXEIRA, Fábio; DA SILVA, Tânia LK. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. In: **Design & Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 101-113, 2010. Disponível em <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/52>. Acesso em 12 abr. 2022.

DIAMOND, Jared. **Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies: a short history of everybody for the last 13,000 years**. Nova York, W.W. Norton, 1997.

DIAS ALVES, Carla Maria. **Radiação e Saúde: Ensino Numa Perspectiva CTS**. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro (Portugal). Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/15570810.pdf>. Acesso em jul. 2024.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Anna. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec, 2004.

DONEDA, Danilo. **Proteção de dados pessoais: a função e os Limites do Consentimento**. Rio de Janeiro: Editora Renovar, 2006.

DO SUL, Juliana A. Ivar; COSTA, Monica F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. In: **Environmental pollution**, v. 185, p. 352-364, 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.036>. Aceso em 01 de ago. 2023.

DROUIN, Jean-Marc. **Reinventar a natureza: a Ecologia e sua história**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

DRUMMOND, José Augusto. **O jardim e a república: o Jardim Botânico do Rio de Janeiro e a construção da ciência no Brasil (1808-1930)**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1997.

EISENSTADT, Shmuel N. **Múltiplas modernidades: Ensaio**. Lisboa, Livros Horizonte, 2007.

ELKINGTON, John. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: Capstone Publishing, 2004.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **O que é economia linear?** Abril, 2023. Disponível em <https://tinyurl.com/4d2vv2rt>. Acesso em dez. 2023.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **The circular model – an overview**, 2013. Disponível em <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>. Acesso em jul. 2023.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition**. Cowes: [s.n.], 2014. v. 3. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7328829/mod_resource/content/1/Economia_circular_oportunidades_desafios.pdf. Acesso em ago. 2023.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **Circular Economy in China: Insights from Practice**, 2021. Disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em abr. 2024.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **Circular Economy in Canada**, 2021. Disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em abr. 2024.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. **Circular Economy in South America**, 2022. Disponível em <https://ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em abr. 2024.

EMIRADOS ÁRABES UNIDOS. **UAE Net Zero by 2050 Strategic Initiative**. Ministério da Mudança Climática e Meio Ambiente, 2021. Disponível em <https://www.moccae.gov.ae/en/initiatives/uae-net-zero-by-2050.aspx>. Acesso em mar. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas de Eficiência Energética Brasil 2023**. Brasília: EPE, 2023. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-de-eficiencia-energetica-brasil-2023>. Acesso em jul. 2024.

ESCOBAR, Arturo. **Encountering Development: The Making and Unmaking of the Third World**. Princeton: Princeton University Press, 1995.

ESCOBAR, Arturo. **Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds**. Durham: Duke University Press, 2018.

ESCOBAR, Arturo. Transição civilizatória, p.543-552. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

EUR-LEX. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: **Um novo Plano de Ação para a Economia Circular por uma Europa mais limpa e competitiva**. Bruxelas, 11.3.2020. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>. Acesso jan. 2024.

EUR-LEX. Comissão Europeia. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: **O Pacto**

Ecológico Europeu. Bruxelas, 11.12.2019. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>. Acesso em jan. 2024.

EUR-LEX. Regulamento (UE) 2020/852 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de junho de 2020, **relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável**, e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32020R0852>. Acesso em jan. 2024.

EUR-LEX. Comissão Europeia (APE) 2009. Acordo de Parceria Económica provisório entre a Comunidade Europeia, por um lado, e os Estados do Pacífico. In: **Jornal Oficial da União Europeia**, L 272, 16 out. 2009, p. 2-715. Disponível em <https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/pt/content/o-acordo-provisorio-de-parceria-economica-ue-estados-do-pacifico>. Acesso em mar. 2024.

EWING, Rodney C.; VON HIPPEL, Frank N. Nuclear waste management in the United States - Starting over. In: **Science**, v. 325, n. 5937, p. 151-152, 2009. Disponível em https://www.academia.edu/25205956/Nuclear_Waste_Management_in_the_United_States_Starting_Over. Acesso em jul. 2024.

FAILLER, Pierre; KARANI, Patrick; EL AYOUBI, Hachim; GILAU, Asmerom M. **Estratégia Africana de Economia Azul.** União Africana, 2020. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/342601889_Estrategia_Africana_de_Economia_Azul. Acesso em set. 2024.

FAKIN, Zulmar; DA SILVA, Deise M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão.** Fortaleza: Thoth Editora, 2012.

FEDERAÇÃO RUSSA. **Estratégia Ecológica da Federação Russa para o Período até 2030.** Moscou: Governo da Federação Russa, 2017. Disponível em <https://docs.cntd.ru/document/436707464>. Acesso em mar. 2024.

FEDERAÇÃO RUSSA. **Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável.** Moscou: Governo da Federação Russa, 2020. Disponível em <https://www.government.ru/en/projects/selection/743/>. Acesso em mar. 2024.

FEDERAÇÃO RUSSA. **Estratégia de Desenvolvimento Socioeconômico de Baixo Carbono da Federação Russa até 2050.** Moscou: Governo da Federação Russa, 2022. Disponível em <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Strategy%20of%20Socio-Economic%20Development%20of%20the%20Russian%20Federation%20with%20Low%20GHG%20Emissions%20EN.pdf>. Acesso em mar. 2024.

FERGUSON, Niall. **Civilization: the west and the rest.** London, Penguin Books, 2012.

FIJI. **Environment Management (Budget Amendment) Act 2019.** Estabelece a proibição de sacolas plásticas de uso único no país, Fiji Climate Change Portal, 2019. Disponível em https://fijiclimatchangeportal.gov.fj/wp-content/uploads/2022/01/Information-Sheet-on-Plastic-Bag-Ban_Final.pdf. Acesso em mar. 2024.

FIJI. **Climate Change Act**. Prevê a proibição de produtos de poliestireno e outras medidas relacionadas à sustentabilidade. SPREP, 2021. Disponível em <https://www.sprep.org/news/fiji-to-ban-polystyrene-in-2021>. Acesso em mar. 2024.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. Saraiva Educação SA, 2021.

FONTANILLE, Jacques. A semiótica hoje: avanços e perspectivas. In: **Estudos Semióticos**, v. 12, n. 2, p. 9-21, 2016. Disponível em <https://tinyurl.com/d9pza4z3>. Acesso em jul. 2024.

FORRESTER, Jay W. **World Dynamics**. Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1971.

FOURIER, Jean-Baptiste J. Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires. 1827. Disponível em <https://www.passeidireto.com/arquivo/24369507/historia-do-desenvolvimento-da-teoria-do-aquecimento-global>. Acesso set. 2024.

FOUREZ, Gérard et al. **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FRANKOPAN, Peter. **The Silk Roads: a new history of the world**. New York: Vintage Books, 2015. Disponível em <https://tinyurl.com/57uh57uw>. Acesso em fev. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

FROSCH, Robert A.; GALLOPOULOS, Nicholas E. Strategies for manufacturing. In: **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144-153, 1989. Disponível em [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgict55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1999041](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgict55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1999041). Acesso em abr. 2022.

FURTADO, Celso. **Um projeto para o Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Saga, 1969.

FURTADO, Celso. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FURTADO, Celso. **Obra autobiográfica** (Org. Rosa Freire d'Aguiar), v. 3. São Paulo; Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GALTUNG, Johan. **Peace by Peaceful Means: Peace and Conflict, Development and Civilization**. Oslo: International Peace Research Institute (PRIO) and SAGE Publications, 1996

GARCÍA, Marta I. González; LUJÁN, José Luis; CEREZO, José A. López (Ed.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad: lecturas seleccionadas**. Ariel, 1997.

GATES, Charles. **Ancient cities: The archaeology of urban life in the Ancient Near East and Egypt, Greece and Rome**. Londres, Taylor & Francis, 2011.

GARFIELD, Eugene. **Citation Indexing: Its Theory and Application in Science, Technology, and Humanities**. New York: Wiley, 1979.

GENG, Yong; FUJITA, Tsuyoshi; CHIU, Angie. Implementation of national circular economy strategy in China: A view of industrial symbiosis. In: **Journal of Industrial Ecology**, v. 16, n. 2, p. 216-227, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2011.00444.x>. Acesso em set. 2024.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1971.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The Entropy Law and the Economic Process in Retrospect. In: **Eastern Economic Journal**, v. 12, n. 1, p. 3-25, 1986. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/40357380>. Acesso em jul. 2024.

GIBBARD, Philip *et al.* The Anthropocene as an Event, not an Epoch. In: **Journal of Quaternary Science (JQS)**, v. 37, n. 3, p. 395-399, 2022(a). Disponível em https://anthroecology.org/wp-content/uploads/2022/03/gibbard_2022.pdf. Acesso em ago. 2023.

GIBBARD, Philip L. *et al.* A practical solution: the Anthropocene is a geological event, not a formal epoch. In: **Episodes Journal of International Geoscience**, v. 45, n. 4, p. 349-357, 2022(b). Disponível em <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2021/021029>. Acesso em ago. 2023.

GIBSON, Katherina; GRAHAN, Julie. Economias comunitárias. **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

GIFFORD, James. **Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World**. Genebra: ONU, 2004.

GIOLO JR, Cildo; SARAIVA, Jose Sergio; AYLON, Lislene L.. Sustainable Public Policy Approaches to Overcome Planned Obsolescence: Models of Circular Economy Innovations. In: **Beijing Law Review**, v. 15, p. 1430, 2024. Disponível em https://www.scirp.org/pdf/blr2024153_243302053.pdf. Acesso em set. 2024.

GOMES, Daniel Machado; PALIOLOGO, Nicholas Arena. Direito à cidade e políticas públicas para a smart city. In: **Revista de Direito Urbanístico, cidade e Alteridade**, v. 3, n. 1, p. 19-35, jan/jul 2017. Disponível em <http://www.indexlaw.org>. Acesso em set. 2022.

GONZÁLEZ GARCÍA, Manuel Ignacio; LÓPEZ CERESO, José Antonio; LUJÁN LÓPEZ, José Luis. (Eds.). **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madri: Tecnos, 1996.

CANADA. Zero Plastic Waste Strategy, 2018. Government of Canada. Disponível em: <https://www.canada.ca>. Acesso em abr. 2024.

GROVE, Richard. **Green Imperialism: Colonial Expansion, Tropical Island Edens and the Origins of Environmentalism, 1600-1860**. Reino Unido: Cambridge University Press, 1995. Disponível em <https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/E6-156-20.pdf>. Acesso em nov. 2023.

GRZYBOWSKI, Candido. Biocivilização, p. 221-228. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

GUATARRI, Félix. **As três ecologias**. Campinas/SP: Editora Papirus, 2022.

GUDYNAS, Eduardo. **Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible**. Montevideo: Coscoroba, 2004.

GUDYNAS, Eduardo. Extracciones, extractivismos y extrahecciones: un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. In: **Observatorio del Desarrollo**, CLAES, 2013. Disponível em <https://tinyurl.com/yckvtktf>. Acesso em mai. 2024.

GUDYNAS, Eduardo. **Direitos da natureza**. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

HABERMAS, Jürgen. **The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry into a Category of Bourgeois Society**. Cambridge: MIT Press, 1989.

HAINES, Aubrey L. **The Yellowstone story: A history of our first national park**. (No Title), 1996. Disponível em <https://archive.org/details/yellowstonestory0000hain>. Acesso em nov. 2023.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: uma breve história do amanhã**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2016.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2018.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: História breve da humanidade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

HARAWAY, Donna. Anthropocene, capitalocene, plantationocene, chthulucene: Making In: **Environmental humanities**, v. 6, n. 1, p. 159-165, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1215/22011919-3615934>. Acesso em ago. 2023.

HARAWAY, Dona J. Ficar com o problema: Antropoceno, Capitaloceno, Chthuluceno. p. 66-125. In: MOORE, Jason W. (Org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022

HARGREAVES, Samantha. Neoextrativismo, p. 170-174. In: KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

HARPER, Douglas *et al.* **Online etymology dictionary**. 2001. Disponível em <https://www.etymonline.com/>. Acesso em jul. 2023.

HARTE, Michael J. Ecology, sustainability, and environment as capital. In: **Ecological economics**, v. 15, n. 2, p. 157-164, 1995. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0921800995000437?via%3Dihub>. Acesso abr. 2022.

HARTLEY, Daniel. Antropoceno, capitaloceno e o problema da cultura. In: MOORE, Jason (org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022.

HARVEY, David. **O Novo Imperialismo**. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 2006.

HATHAWAY, Mark; BOFF, Leonardo. O Tao da Libertação: explorando a ecologia da transformação. **Petrópolis-RJ: Vozes**, 2012.

HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini; SOUSA, Cidival Moraes de; ROTHBERG, Danilo. In: **Apropriação social da ciência e da tecnologia: contribuições para uma agenda**. EDUEPB, 2011.

HAYLES, N. Katherine. **How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory Bloch; LOVINS, Lillian Hunter. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial**. São Paulo: Cultrix, 2007.

HEAD, Martin J. et al. The Great Acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch, v. 45, n. 4, p. 359-376, 2022. In: **Episodes Journal of International Geoscience**. Disponível em <https://doi.org/10.18814/epiugs/2021/021031>. Acesso em jul. 2023.

HEAD, Martin J. et al. The Anthropocene is a prospective epoch/series, not a geological event, v. 46, n. 2, p. 229-238. In: **Episodes Journal of International Geoscience**. Disponível em <https://doi.org/10.18814/epiugs/2022/022025>. Acesso em jul. 2023.

HERKENHOFF, João Baptista. **Direito e Utopia**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1999.

HOEKSTRA, Arjen Y. **The water footprint of modern consumer society**. Routledge, 2019.

HOLLANDS, Robert G. Will the real smart city please stand up? In: **City**, v. 12, n.3, dez/2008, p. 303-320. Disponível em <http://labos.ulg.ac.be>. Acesso em set. 2022.

HICKEL, Jason. **Less is more: How degrowth will save the world**. London: Penguin Books, 2020.

HOLLING, Crawford. S. Resilience and stability of ecological systems. In: **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1-23, 1973. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/2096802>. Acesso em jan. 2024.

HU, Tony T.; MAKHIJANI, Arjun; YIH, Annie M. **The nuclear age: implications for public policy**. Philadelphia: Taylor & Francis, 1992.

ICS. Comissão Internacional sobre Estratigrafia. **Tabela Estratigráfica**. Disponível em <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2023-04BRPortuguese.pdf>. Acesso em 29 mai. 2023.

IGLESIAS, Francisco. **A revolução industrial**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1990.

ÍNDIA. **Política Nacional de Eficiência de Recursos (NREP)**. Ministério do Meio Ambiente, Florestas e Mudança Climática (MoEFCC), 2019. Disponível em <http://moef.gov.in/>. Acesso em abr. 2024.

ÍNDIA. **Regras de Gestão de Resíduos Eletrônicos**, 2016. Conselho Central de Controle de Poluição da Índia (CPCB). Disponível em <https://cpcb.nic.in/>. Acesso em abr. 2025.

ÍNDIA. **Regras de Gestão de Resíduos Plásticos**, 2016. Ministério do Meio Ambiente, Florestas e Mudança Climática (MoEFCC), 2016. Disponível em <http://moef.gov.in/>. Acesso em abr. 2024.

ÍNDIA. **Swachh Bharat Abhiyan (Missão Índia Limpa)**. Nova Délhi: Governo da Índia, 2014. Disponível em: https://www.pmindia.gov.in/en/major_initiatives/swachh-bharat-abhiyan/. Acesso em abr. 2024.

INQUA. **International Union for Quaternary Research**. Disponível em <https://www.inqua.org/>. Acesso em jan. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Industrial energy consumption by fuel in the Net Zero Scenario, 2000-2030**. Disponível em <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/industrial-energy-consumption-by-fuel-in-the-net-zero-scenario-2000-2030>. Acesso jul. 2024.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Advancing Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes**. Vienna: IAEA, 2018. (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.8). Disponível em <https://tinyurl.com/2mn4rz3t>. Acesso em jul. 2024.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Nuclear Power in Japan**. Vienna: IAEA, 2023. Disponível em <https://www.iaea.org>. Acesso em dez. 2023.

JACKSON, Tim. **Prosperity Without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow**. Rev. ed. London: Routledge, 2017

JAMES, Paul. **Globalism, nationalism, tribalism: bringing theory back in**. Pine Forge Press, 2006.

JAPÃO. MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY OF JAPAN. **Energy Policy of Japan 2023**. Tóquio: METI, 2023. Disponível em <https://www.meti.go.jp>. Acesso em jan. 2025.

JASANOFF, Sheila. **The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1990.

JONAS, Hans. **The Imperative of Responsibility: In search of an ethics for the technological age**. Chicago, USA: University of Chicago, 1984.

KASS, Leon. **Life, Liberty, and Defense of Dignity: The Challenge for Bioethics**. São Francisco, USA: Encounter Books, 2002.

KIPLE, Kenneth F.; ORNELAS, Kriemhild Coneè (Ed.). **The Cambridge world history of food**. Cambridge University Press, 2000.

KLEIN, Naomi. **Na mudança ou na tragédia: o capitalismo versus o clima**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

KLINK, Jeroen. Regionalismo e reestruturação urbana: uma perspectiva brasileira de governança metropolitana. In: **Educação. Porto Alegre**, p. 217-226, 2009. Disponível em <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/download/5524/4019>. Acesso em out. 2022.

KOMNINOS, Niccos *et al.* Developing a policy roadmap for smart cities and the future internet. 2011. Disponível em <http://tinyurl.com/mtkwybjb>. Acesso em fev. 2024.

KOTHARI, Ashish *et al.* **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice; MELITZ, Mark J. **Economia internacional**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

KUMAR, Krishan. **Da sociedade pós-industrial à pós-moderna: novas teorias sobre o mundo contemporâneo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

KUHN, Thomas S. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

KUNZ, Roberto. Desanimalização Consciencial, vol. 11, p. 8.177 a 8.182, 2013. **Encyclosapiens**. Disponível em <https://encyclossapiens.space/buscaverbete/index.php>. Acesso em jun. 2023.

LAHIRE, Bernard. Reprodução ou prolongamentos críticos? **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 78, p. 37-55, abr. 2002.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos**. São Paulo: Editora 34, 1994.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LATOUR, Bruno. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede**. Edufba, 2012.

LATOUR, Bruno. Um prometeu cauteloso. Alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Sloterdijk). In: **Agitprop: revista brasileira de design**, São Paulo, v. 6, n. 58, 2014. Disponível em <https://tinyurl.com/4jum2uw8>. Acesso em ago. 2023.

LATOUR, Bruno. **Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime**. Cambridge: Polity Press, 2017.

LATOUR, Bruno. **Políticas da natureza: como associar as ciências à democracia**. São Paulo: Editora Unesp, 2019.

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

LATOUR, Bruno. **Onde aterrar? como se orientar politicamente no antropoceno**. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020(b).

LATOUR, Bruno. **Onde estou? lições do confinamento para uso dos terrestres**. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2021.

LEFF, Enrique. **Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Humana, 2006. Disponível em <https://tinyurl.com/bp9379ch>. Acesso em ago. 2023.

LEONARD, Annie. **A história das coisas**. São Paulo: SENAC, 2010.

LEWIS, Simon L.; MASLIN, Mark A. Defining the anthropocene. In: **Nature**, v. 519, n. 7542, p. 171-180, 2015. Disponível em <https://doi:10.1038/nature14258>. Acesso em jun. 2023.

LIPOVETSKY, Gilles. **Os tempos hipermodernos**. São Paulo: Editora Barcarolla, 2004.

LOUREIRO, Claudia Regina O. Magalhães da Silva. Greening: o esverdeamento dos direitos humanos e o protagonismo da Corte Interamericana de Direitos Humanos. In: **Revista Jurídica UNICURITIBA**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 39-60, 2020. Disponível em <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/rima/article/view/6209>. Acesso em abr. 2025.

LÖWY, Michael. Crise ecológica, crise capitalista, crise de civilização: a alternativa ecossocialista. In: **Caderno CRH**, Salvador, v. 26, n. 67, p. 79-86, Jan./Abr. 2013. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ccrh/a/dZvstrPz9ncmrSQtYdsHb7D/>. Acesso em mai. 2024.

LÖWY, Michel. **Ecossocialismo: A alternativa radical à catástrofe ecológica-capitalista**. São Paulo: Cortez, 2019.

LÖWY, Michel. **A jaula de aço: Max Weber e o marxismo weberiano**. São Paulo: Boitempo, 2022.

LÖWY, Michel. **O que é ecossocialismo?** São Paulo: Expressão Popular, 2014.

LUXTON, Eleanor Georgina. **Banff: Canada's first national park**. Albert: Summerthought Publishing, 2008. Disponível em <http://parkscanadahistory.com/publications/banff/banff-natural-human-history.pdf>. Acesso em dez. 2023.

LYLE, John Tillman. **Regenerative design for sustainable development**. John Wiley & Sons, 1996.

LYOTARD, Jean-François. **La Condition Postmoderne: Rapport sur le Savoir**. Paris: Minuit, 1979.

MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. In: **BOD GmbH DE**, 2021. Disponível em <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/23898>. Acesso em 17 set. 2022.

MANZINI, Ezio. **Design, when everybody designs: an introduction to design for social innovation**. Cambridge: MIT Press, 2015.

MANZINI, Ezio. **Design para inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MARCUSE, Herbert. **One-Dimensional Man: studies in the ideology of advanced industrial society**. Boston: Beacon Press, 1964.

MASON, Paul. **PostCapitalism: A Guide to Our Future**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2015.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco; DOS SANTOS, Jonas Pereira. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. Editorial Psy, 1995.

MALTHUS, Thomas Robert. An essay on the principle of population, as it affects the future improvement of society: with remarks on the speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and other writers, 1798. Garrett Hardin, editor. In: **Population, Evolution and Birth Control, Freeman, San Francisco**, p. 4-16, 1964. Disponível em <https://academic-accelerator.com/encyclopedia/an-essay-on-the-principle-of-population>. Acesso em 08 jul. 2023.

MAKAROV, Igor; CHISTIKOVA, Anastasia. Climate Change as a New Factor of International Relations. Russia in Global Affairs, dez. 2023. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/377977323_The_Green_Agenda_in_Russia's_Trade_Policy. Acesso em set. 2024.

MARX, K.; ENGELS, F. **A história dos homens (A ideologia Alemã)**. In: FERNANDES, Florestan (Org.). K. Marx, F. Engels: história. 2. ed. São Paulo: Ática, 1984.

MARX, Karl. **O Capital: Crítica da Economia Política**. Livro 1. São Paulo: Boitempo, 2013.

MAU, Bruce. **Massive Change**. New York: Phaidon Press, 2014.

MAYOS, Gonçal. **Turbo humanos**. Barcelona: Linkgua Ediciones, 2023.

MAZZUCATO, Mariana. **Missão economia: um guia inovador para mudar o capitalismo**. São Paulo: Grupo Companhia das Letras, Portfolio-Penguin, 2022.

MAZZUOLI, Valerio de Oliveira; TEIXEIRA, Gustavo de Faria Moreira. O direito internacional do meio ambiente e o greening da Convenção Americana sobre Direitos Humanos. In: **Revista de Direito GV**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 427-448, jul./dez. 2014. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rdgv/a/wfckkDYPYZdbq3CkmwtBYyj/>. Acesso em abr. 2024.

MEADOWS, Donella H.; Meadows, Denis L.; RANDERS, Jorgen; BEHERENS III, William W. **Limits of growth: a report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. New York: A Potomac Associates Group, 1972. Disponível em <https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>. Acesso em mai. 2024.

MEHTA, Darshan; YADAV, Sanjaykumar M. Data Science for Climate Change. In: **Cham: Springer Nature**, 2021. Disponível em <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-79354-3>. Acesso em jun. 2024.

MERTON, Robert K. **Social Theory and Social Structure**. Revised edition. New York: Free Press, 1968.

MERTON, Robert K.; MARCOVICH, Anne. **Ensaio de sociologia da ciência**. Editora 34, 2013.

MCBRIEN, Justin. Acumulando extinção: catastrofismo planetário no Necroceno. p. 188-222. In MOORE, Jason W. (Org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

MCMICHAEL, Philip. **Development and Social Change: A Global Perspective**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2021.

MCMICHAEL, Philip. O projeto de desenvolvimento, pp. 86-95. In.: **Pluriverso – Um dicionário do pós-desenvolvimento**. KOTHARI, Ashish *et. al.* São Paulo: Elefante, 2021.

MONTESQUIEU, Charles-Louis de Secondat, Barão de. **Do Espírito das Leis**. v. 1. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

MITCHAM, Carl. **Thinking Through Technology: The path between engineering and philosophy**. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

MITHEN, Steven. **After the ice: a global human history, 20,000–5000 BC**. Massachusetts: Harvard University Press, 2006.

MONTEFUSCO, Renato Zanolla; SOUSA, Cidival Morais de; JUNIOR, Cildo Giolo; MARTOS, Frederico Thales de Araújo. SMART CITIES: Sandbox epistêmico para uma economia circular restaurativa e regenerativa. In: **ARACÊ**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 3204–3225, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2967>. Acesso em jul. 2025.

MONTEFUSCO, Renato Zanolla; SOUSA, Cidival Morais de; CALISSI, Jamile Gonçalves; PREVIDE, Renato Maso. Regenerative design and sustainability: making legal protection of the environment a reality. In: **IOSR Journal of Business and Management**, v. 27, n. 2, série 1, p. 1–12, fev. 2025. Disponível em: <https://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol27-issue2/Ser-1/A2702010112.pdf>. Acesso em: jul. 2025.

MOORE, Jason. O surgimento da natureza barata, p. 128-186. In: MOORE, Jason (org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022.

MOORE, Jason (org.). **Antropoceno ou capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Elefante, 2022.

MORAN, Theodore H. **Foreign direct investment and development: The new policy agenda for developing countries and economies in transition**. Washington, D.C: Peterson Institute, 1998.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, Edgar. **Conhecimento, ignorância, mistério**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

MURRAY, Alan; SKENE, Keith; HAYNES, Kathryn. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. In: **Journal of Business Ethics**, v. 140, p. 369-380, 2017. Disponível em <https://philpapers.org/archive/MURTCE-2.pdf>. Acesso em ago. 2024.

MORTON, Timothy. **Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013.

NAESS, Arne. The Shallow and the Deep Ecology Movement. In: **Inquiry**, v. 16, n. I-4, p. 95-100, 1973. Disponível em <https://iseethics.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/02/naess-arne-the-shallow-and-the-deep-long-range-ecology-movement.pdf>. Acesso em jul. 2024.

NASH, John. Non-Cooperative games. In: **Annals of Mathematics**, vol 16, N., 54, n.2, September 1951. Disponível em <https://www.cs.upc.edu/~ia/nash51.pdf>. Acesso em ago. 2024.

NOVA ZELÂNDIA. **Climate Change Response (Zero Carbon) Amendment Act 2019 (ZCAA)**. Disponível em <https://environment.govt.nz/acts-and-regulations/acts/climate-change-response-amendment-act-2019/>. Acesso em mar. 2024.

NORBERT, Elias. **O processo civilizador: uma história dos costumes**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1994.

NORMAR, Don. **The design of everyday things**. New York: Basic Books, 1998 (rev.2013).

OECD. Economic Globalization and the Environment. Organization for Economic Co-operation and Development. **A Framework For Biotechnology Statistics**. Paris, 1997. Disponível em <https://www.oecd.org/science/inno/34935605.pdf>. Acesso em jul. 2021.

ONU. **Declaração universal dos direitos humanos (DUDH-1948)**, v. 13, p. 175-196, 2015. Disponível em <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em ago. 2023.

ONU. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972)**. Estocolmo: PNUMA, 1972. Disponível em <https://www.unep.org/>. Acesso em ago. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Relatório Bruntland: Nosso futuro comum**. Disponível em <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>. Acesso em jun. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, UNFCCC. **Cúpula da Terra – Rio 1992**. Disponível em https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf. Acesso em set. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Pacto global**. Disponível em <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n00/559/51/pdf/n0055951.pdf>. Acesso em ago. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). **LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry)**, 2006. Disponível em <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf>. Acesso em jan. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). LULUF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry). **Time series CO₂ total with LULUCF, in kt**, 2023. Disponível em https://di.unfccc.int/time_series. Acesso em ago. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). LULUF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry). **Emissions and removals by country**, 2024. Disponível em <https://unfccc.int>. Acesso em dez. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. FAO. **O estado das florestas no mundo 2022: florestas, uso da terra e pessoas em equilíbrio**. Roma: Organização das Nações Unidas para

a Alimentação e a Agricultura, 2022. Disponível em <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1507196>. Acesso em jan. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. FAO. **Relatório sobre a saúde dos oceanos e a gestão de carbono azul**. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2022. Disponível em <https://www.fao.org>. Acesso em jan. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. PNUMA. **Relatório Global sobre o Oceano: Absorção de CO₂ e Acidificação Oceânica**. Nairobi: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2020. Disponível em <https://www.unep.org>. Acesso em jan. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. UNRIC – Centro Regional de Informação das Nações Unidas para a Europa Ocidental. **Apenas 17% das metas dos ODS estão no caminho certo**. Disponível em <https://unric.org/pt/apenas-17-das-metas-dos-ods-estao-no-caminho-certo/>. Acesso jun. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Lacuna de Emissões 2024**. Disponível em <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorio-sobre-lacuna-de-emissoes-2024>. Acesso em out. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD). **FDI geography and the new generation of FDI promotion policies** (press realise). Disponível em <https://unctad.org/press-material/fdi-geography-and-new-generation-fdi-promotion-policies>. Acesso em jun. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. **Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, RIO+20**. Disponível em <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n12/461/64/pdf/n1246164.pdf>. Acesso em jun. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Acordo de Paris (COP 21)**. Disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>. Acesso em jan. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas (**Agenda 21**). Disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em set. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso Mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em jan. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Decisões tomadas na Conferência de Mudanças Climáticas de Glasgow (COP 26)**. Disponível em https://unfccc.int/event/cop-26#decisions_reports. Acesso em jan. 23023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Decisões tomadas na Conferência de Mudanças Climáticas de Sharm El-Sheikh (COP 27)**. Disponível em <https://unfccc.int/cop27/auv>. Acesso em jan. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Divisão da População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (UN DESA). **World Population Prospects Standard Projections**, 2012. Disponível em <https://www.un.org/en/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2012-revision.html>. Acesso em fev. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Divisão da População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (UN DESA). **World Population Prospects Standard Projections**, 2022. Disponível em <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>. Acesso em fev. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Divisão da População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (UN DESA). **World Population Prospects standard projections**, 2024. Disponível em <https://tinyurl.com/4hpc8upj>. Acesso em jul. 2024.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Princípios para o Investimento Responsável (UN PRI)**. Disponível em: <https://www.unpri.org/>. Acesso em ago. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP)**. Disponível em: <https://www.unep.org/>. Acesso em ago. 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). **Economia Circular na Europa Oriental. 2021**. Disponível em <https://www.unep.org/>. Acesso em mar. 2024.

OUR WORLD IN DATA (OWID). **CO2 and Greenhouse Gas Emissions (2024)**. Disponível em <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions?insight=global-emissions-have-increased-rapidly-over-the-last-50-years-and-have-not-yet-peaked#key-insights>. Acesso em ago. 2024.

OTTINGER, Gwen; BARANDIARAN, Javiera; KIMURA, Aya H. Environmental justice: knowledge, technology, and expertise, p. 1029-57. In: FELT, Ulrike; FOUCHÉ, Rayvon; MILLER, Clark A; SMITH-DOERR, Laurel. (Eds.). **The handbook of science and technology studies**. Fourth edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2017.

PACEY, Arnold. La cultura de la tecnología, p. 222-279. In: **Ciencia y Tecnología Series**. México: Fondo de Cultura Económica (FCE), 1990.

PACEY, Philip. **Culture of Technology**. Cambridge: MIT Press, 1990. Disponível em: <https://mitpress.mit.edu/>. Acesso em jul. 2024.

PACKARD, Vance. The waste makers. New York: David McKay Company, 1960. Disponível em <https://tinyurl.com/yc2r592j>. Acesso em jan. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA ((IPCC). **First Assessment Report (FAR)**. GENEVE: IPCC, 1990. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>. Acesso em abr. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Climate Change: The IPCC Scientific Assessment**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

Disponível em https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf. Acesso em ago. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Diretrizes de 2006 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa**. Hayama, Japão: Instituto de Estratégias Ambientais Globais (IGES), 2006. Disponível em <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Acesso em mar. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Relatório Especial sobre o Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança**. Genebra: 2019. Disponível em <https://tinyurl.com/mryxhhsh>. Acesso em jan. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em ago. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cross-Chapter Paper 7: Tropical Forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp7>. Acesso em jan. 2024.

PALACIOS, Eduardo Marino García; ACEVEDO, Jorge Juan; VESSURI, Hebe; THIOLENT, Michel. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. Disponível em <https://tinyurl.com/yyyasvkr>. Acesso em mar. 2022.

PALACIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González; BAZZO, Walter. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2005. Disponível em <https://tinyurl.com/kyabsfus>. Acesso em abr. 2022.

PAPANEK, Victor. **Design for the real world: human ecology and social change**. New York: Pantheon Books, 1971.

PATROCÍNIO, F. Negócio social ou negócio de impacto: o que é o quê? In: **Aupa, Jornalismo de Impacto**, 2018. Disponível em <https://www.aupa.com.br>. Acesso jul. 2024.

PAULI, Gunter A. **The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs**. Taos, New Mexico, USA: Paradigm publications, 2010.

PAVLOV, Aleksei. P. Lednivekovye i mezhdnnikovye epokhi v Evrope i ikh otnoshenie k iskopaemomu cheloveku [em russo]. Epoques glaciaires et interglaciaires de l'Europe et leur rapport à l'histoire de l'homme fossile. In: **Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody**, Otdel Geologii, nova série, v. 31, p. 76, 1922.

PAZ, Octavio. **O labirinto da solidão e post scriptum**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

PAWLYN, Michael. **Biomimicry in Architecture**. London: RIBA Publishing, 2011.

PEARCE, David W.; TURNER, R. Kerry. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989.

PEREIRA, Joana Castro. Questões ambientais e relações internacionais, uma nova (des) ordem global-o papel das Relações Internacionais na promoção de um sistema internacional concertado. In: **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 58, p. 191-209, 2015. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbpi/a/kxF64drkXcz6QBT35kBVyN/>. Acesso em ago. 2024.

PEREIRA, Alessandro S. **Ecologia Industrial**. São Paulo: SENAC, 2017.

PIAGET, Jean. **L'épistémologie des relations interdisciplinaires**. Paris: Presses Universitaires de France, 1972.

PICANÇO, Jefferson; MESQUITA, Maria José. Uma breve história do tempo geológico: a questão do Antropoceno, ano. 5, n. 12, p. 89-99. In: **ClimaCom Cultura Científica**. Campinas, 2018. Disponível em <https://climacom.mudancasclimaticas.net.br/?p=9378>. Acesso em mar. 2024.

PIGOU, Arthur Cecil. **The Economics of Welfare**. London: Macmillan, 1932.

PIOVENSAN, Flávia. **Temas de direitos humanos**. São Paulo: Saraiva, 2009.

PYNE, Stephen J. Welcome to the Pyrocene: A fire creature remakes a fire planet. In: **Natural History**, v. 127, n. 9, p. 3-5, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.21814/anthropocenica.4204>. Acesso em 01 ago. 2023.

PYNE, Stephen J. **The Pyrocene: How We Created an Age of Fire, and What Happens Next**. University of California Press, 2021.

PYNE, Stephen J. Fire Forged Humanity. Now It Threatens Everything. In: **Scientific American**, v. 326, n. 4, p. 62-67, 2022. Disponível em <https://www.scientificamerican.com/article/we-are-living-in-the-pyrocene-at-our-peril/>. Acesso em ago. 2024.

POLANYI, Karl. **A grande transformação: as origens da nossa época**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

RAMONET, Ignácio. **Géopolitique du chaos**. Paris: Éditions Galilée, 1997.

RAMOS, Jaime; SELL, Ingeborg. A Biônica no Projeto de Produtos. Prod., São Paulo, v. 4, n. 2, Dec. 1994. Disponível em <https://tinyurl.com/kttff694>. Acesso em ago. 2023.

RAMOS, André de Carvalho. **Curso de Direitos Humanos**. São Paulo: Saraiva. 2014.

RANWORTH, Kate. **Economia donut: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo**. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2019.

RATZEL, Friedrich. O povo e seu território, p. 73-82. In: **Ratzel**. São Paulo: Ática, 1990.

RATTES, Rafael; BARBOSA, Rodrigo. **Design, Biônica e Biomimética**, p. 123-140. São Paulo: USP, 2015. Disponível em <https://tinyurl.com/m6ka3wp3>. Acesso em ago. 2023.

RAYNAUD, Dominique. Anthropocène. Technique. Deux points de contact entre science et pensée partisane. *Zilsel*, n. 1, p. 261-277, 2018. In: **Sciences Humanes & Sociales**. Disponível em <https://shs.cairn.info/revue-zilsel-2018-1-page-261?lang=fr>. Acesso em mai. 2024.

REALE, Miguel. **Lições preliminares do direito**. São Paulo: Saraiva, 2002.

REED, Bill. **Regenesi Group**. 1995. Disponível em https://regenesisgroup.com/team/bill-reed?utm_source=chatgpt.com. Acesso em abr. 2024.

REED, Bill. **Regenerative Development and design: a framework for envolving sustainability**. New York: Wiley, 2007.

REED, Bill. Shifting from ‘sustainability’ to regeneration. In: **Building Research & Information**, v. 35, n. 6, p. 674-680, 2007. Disponível em <https://tinyurl.com/3ezd74tz>. Acesso em 14 set. 2022.

RESTIVO, Sal; CROISSANT, Jennifer. Social constructionism in science and technology studies, p. 213-229. In: **Handbook of constructionist research**. Guilford press, 2008.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

RITZÉN, Sofia; SANDSTRÖM, Gunilla Ö. Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. In: **Procedia CIRP**, v. 64, p. 7-12, 2017. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/317337000_Barriers_to_the_Circular_Economy_-_Integration_of_Perspectives_and_Domains. Acesso em jun. 2024.

ROBERTSON, Roland. **Globalization: Social theory and global culture**. London and Thousand Oaks: Sage, 1992.

ROCKSTRÖM, Johan; GAFFNEY, Owen. **Breaking Boundaries: The Science of Our Planet**. Londres: Dorling Kindersley, 2021.

ROUDOMETOF, Victor. **Glocalization: a critical introduction**. New York: Routledge, 2016.

SACHS, Jeffrey D. **The age of sustainable development**. Columbia University Press, 2015.

RUANDA ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AUTHORITY (REMA). **Plastic Ban Policy**. Disponível em <https://rema.gov.rw>. Acesso em fev. 2024.

RUANDA. **Lei nº 57/2008 de 10 de setembro de 2008**. Proíbe a fabricação, importação, uso e venda de sacolas plásticas não biodegradáveis. Disponível em <https://plasticpolicy.port.ac.uk/policy-reviews/rwanda-plastic-bag-ban-law-no-57-2008-of-10-09-2008/>. Acesso em fev. 2024.

SAMOA. **Waste Management Act 2010**. Estabelece o quadro regulatório para a gestão de resíduos sólidos em Samoa. FAOLEX, 2010. Disponível em <https://faolex.fao.org/docs/pdf/sam110362.pdf>. Acesso em: mar. 2024.

SAMOA. **Waste (Plastic Bag) Management Regulation 2018**. Regulamenta a proibição de sacolas plásticas de uso único e canudos plásticos. G20 Marine Plastics Network, 2018. Disponível em <https://g20mpl.org/partners/samoa>. Acesso em: mar. 2025.

SANDFORD, Robert W. **The Anthropocene Disruption**. Victoria, Canada: Rocky Mountain Books Ltd, 2019

SANMARTÍN, Javier; HRONSZKY, Imre. (Eds.) **Superando fronteras: estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías**. Barcelona: Anthropos, 1994.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2002.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. São Paulo, Cortez Editora, 2010.

SANTOS, Boaventura de Sousa; ARAÚJO, Sara; BAUMGARTEN, Maíra. As Epistemologias do Sul num mundo fora do mapa. In: **Sociologias**, v. 18, p. 14-23, 2016. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/index.php/sociologias/article/view/68312/39124>. Acesso em fev. 2024.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes**. 2017. Disponível em <https://tinyurl.com/34zump7r>. Acesso em fev. 2024.

SANTOS, Boaventura de Souza. **A cruel pedagogia do vírus**. São Paulo: Boi Tempo, 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. In: **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, Dec. 2000. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>. Acesso em 25 out. 2021.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Direito Constitucional Ecológico: Constituição, Direitos Fundamentais e Proteção da Natureza**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2021.

SASSEN, Saskia. Os espaços da economia global, p. 43-67. In: OLIVEIRA, Flávia A.M.de (org.). **Globalização, regionalização e nacionalismo**. São Paulo, Unesp, 1999.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

SHARPE, Bill. **Three Horizons: The Patterning of Hope**. Devon: Triarchy Press, 2013.

SHAPIN, Steven. **Nunca pura**: estudos históricos de ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade. Campina Grande/PB: EDUEPB, 2013.

SCHMIDT-BLEEK, Friedrich. *The fossil makers*. Sheffield/UK: Greenleaf Publishing. Disponível em <https://tinyurl.com/4sd6mx87>. Acesso em jan. 2024.

SCOTT, James C. **Against the grain: A deep history of the earliest states**. Yale University Press, 2017.

SHIVA, Vandana. **Earth Democracy: Justice, Sustainability, and Peace**. Cambridge, USA: South End Press, 2005.

SCHUMACHER, Ernest. F. **Small is Beautiful: Economics as if People Mattered**. London: Blond & Briggs, 1973.

SILVA, Cleyton Martins et al. A nova Idade Meghalayan: o que isso significa para a Época do Antropoceno. In: **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1648-58, 2018. Disponível em <https://climatescience.ru/uploads/pubs/6/62/626/62635fcd6339281892ecb1f18b481457.pdf>. Acesso em 15 jun. 2023.

SIMMONS, Alan. H. **The neolithic revolution in the near east: transforming the landscape**. University of Arizona Press, 2007. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1814js4>. Acesso em 24 jul. 2023.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações – investigação sobre sua natureza e suas causas**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

SISMONDO, Sergio. **An introduction to science and technology studies**. Wiley-Blackwell, Segunda edição, Hong Kong, 2010.

SHORT, John Rennie. **New worlds, new geographies**. Syracuse University Press, 1998. Disponível em [https://doi.org/10.1016/S0962-6298\(00\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S0962-6298(00)00007-X). Acesso em 14 jul. 2023.

SOLÓN, Pablo. **Alternativas sistêmicas: Bem Viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da Mãe Terra e desglobalização**. Editora Elefante, 2019.

SOUFANI, Khaled. **Professor Khaled Soufani: from financial markets to circular economy**. Cambridge Judge Business School, 21 nov. 2023. Disponível em https://www.jbs.cam.ac.uk/2023/professor-khaled-soufani-from-financial-markets-to-circular-economy/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em set. 2024.

SOUSA, Cidoval Moraes de. (Org.) **Um convite à utopia**, vol. 1. Campina Grande/PB: EDUEPB, 2016.

SOUSA, Cidoval Moraes. Prólogo. In: KLEBA, John B. et al. **Engenharias e práticas técnicas engajadas**. Campina Grande: EDUEPB, 2022.

SOUZA, José Fernando Vidal de; DELPUPO, Michely Vargas. O Brasil no contexto do desenvolvimento sustentável. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza; Celso Antonio Pacheco Fiorillo; Consuelo Yatsuda Moromizato Yoshida.(Org.). In: **XXII Nacional Nacional Conpedi/Uninove-Direito Ambiental II. 1ª ed. Santa Catarina: Funjab**, v. 22, p. 159-189, 2013. Disponível em <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=aae094199bf30b0b>. Acesso em 07 jul. 2023.

SOUSA, Cidoval Moraes de. Quando as saídas estão no próprio Labirinto (Prólogo), v. 3, p. 09-16. In. KLEBA, John B; *et. al.* In: **Engenharias e práticas técnicas engajadas**. Campina Grande: EDUEPB, 2022.

SOUSA, Cidoval Moraes de. O mal-estar da Pós-graduação (Prefácio). In. SILVA, André Luiz; COSTA, Leticia Maria P. **Práticas Sociais e Interdisciplinares**. Taubaté: EDUNITAU, 2018.

SOUTH AFRICA. Department of Environmental Affairs, 2011. **National Waste Management Strategy**. Disponível em <https://www.datocms-assets.com/7245/1574866201-national-waste-management-strategy.pdf>. Acesso em fev. 2024.

SOUTH AFRICA. National Environmental Management: **Waste Act**, 2008 (Act No. 59 of 2008). Disponível em https://www.saflii.org/za/legis/consol_act/nemwa2008394.pdf. Acesso em fev. 2024.

SPETH, James Gustave. **The Bridge at the Edge of the World: Capitalism, the Environment, and Crossing from Crisis to Sustainability**. New Haven: Yale University Press, 2008.

STATE CALIFORNIA. California Department of Resources Recycling and Recovery. **SB 54 Overview, (CalRecycle)**. Disponível em <https://www.calrecycle.ca.gov>. Acesso em abr. 2024.

STAHEL, Walter; REDAY-MULVEY, Geneviève. **The potential for substituting manpower for energy**. Report to the Commission of the European Communities. Brussels: European Commission, 1976.

STAHEL, Walter; REDAY-MULVEY, Geneviève. **Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy**. 2nd ed. New York: Vantage Press, 1981.

STAHEL, Walter R. The product-life factor. **Sponsor's manifest 2013**. Disponível em <http://www.product-life.org/>. Acesso em 07 de jan. 2022.

STAHEL, Walter R. The product life factor. An inquiry into the nature of sustainable societies: The role of the private sector. In: **Houston Area Research Center**, p. 72-105, 1982. Disponível em <https://www.quebeccirculaire.org/data/sources/users/4/32217.pdf>. Acesso em 23 jan. 2022

STAHEL, Walter R. **The Performance Economy**. Hampshire: Palgrave Macmillan, 2006.

STEARNS, Peter N. **The Industrial Revolution in World History**. Emeryville, USA: Avalon Publishing, 2012.

STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul Josef.; MCNEILL, John R. "The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?". In: **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, n. 8, p. 614–21, 2007. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/25547826>. Acesso em 10 jan. 2023.

STEFFEN, Will; GRINEVALD, Jacques; CRUTZEN, Paul J.; McNEILL, John R. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. In: **Philosophical Transactions of the Royal Society**. v. 369, n. 1938, p. 842-867, 2011. Disponível em <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2010.0327>. Acesso em 12 dez. 2022.

STEFFEN, Will; BROADGATE, Wendy; DEUTSCH, Lisa. The trajectory of the anthropocene: the great acceleration. In: **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 1, p. 81-98, 2015. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/272418379_The_Trajectory_of_the_Anthropocene_The_Great_Acceleration/citation/download. Acesso em 30 mai. 2023.

STENGERS, Isabelle. **Another Science is Possible: A Manifesto for Slow Science**. Cambridge: Polity Press, 2018.

STERN, N. H., Peters, S., Bakhshi, V., Bowen, A., Cameron, C., Catovsky, S. **Stern Review: The economics of climate change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

STERN, Nicholas; STERN, Nicholas Herbert. **The economics of climate change: the Stern review**. cambridge University press, 2007.

STOPPANI, Antonio. **Il Bel Paese: conversazioni sulle bellezze naturali la geologia e la geografia fisica d'Italia**. Milano: G. Brigola, 1876. Disponível em <https://archive.org/details/ilbelpaeseconver00stopuoft/page/n7/mode/2up?q=antropozoico&view=theater>. Acesso em mai. 2024.

STRIEDER, Roseline; WATANABE, G.; GURGEL, I. Energia Nuclear no âmbito da educação CTS. In: **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 03462-3466, 2013. Disponível em <https://ddd.uab.cat/record/175651?ln=ca>. Acesso em jul. 2024.

SUMMERHAYES, Colin P.; ZALASIEWICZ, Jan. Global warming and the Anthropocene. In: **Geology Today**, v. 34, n. 5, p. 194-200, 2018. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gto.12247>. Acesso em 21 mar. 2023.

SVAMPA, Maristella. **Debates Latinoamericanos: Indianismo, desarrollo, dependencia y populismo**. Buenos Aires: Edhasa, 2016.

SWIMME, Brian; BERRY, Thomas. **The Universe Story: From the Primordial Flaring Forth to the Ecozoic Era – A Celebration of the Unfolding of the Cosmos**. San Francisco: HarperSanFrancisco, 1992.

SYVITSKI, Jaia et al. Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. In: **Communications Earth & Environment**, v. 1, n. 1, p. 01-13, 2020. Disponível em <https://www.nature.com/articles/s43247-020-00029-y>. Acesso em 23 mar. 2023.

THACKARA, John. **In the bubble: designing in a complex world**. Cambridge: MIT Press, 2005.

TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. **Gestão do conhecimento**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TSING, Anna Lowenhaupt. **The Mushroom at the End of the World: On the Possibility of Life in Capitalist Ruins**. Princeton: Princeton University Press, 2015.

TONGA. **Foreign Investment Act 2007**. Estabelece medidas para simplificar o investimento estrangeiro e agilizar os procedimentos de registro de empresas. Disponível em <https://www.2009-2017.state.gov/e/eb/rls/othr/ics/2009/117186.htm>. Acesso em mar. 2025.

TOKAR, Brian. Ecologia social. In: **Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento**. São Paulo: Elefante, 2021.

TOSTÓI, Liev. **De quanta terra precisa um homem? e outras histórias**. Jandira/SP: Principis, 2021.

TYNDALL, John. (1861). On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction. In: **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 151, 1-36, 1861. Disponível em <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1861.0001>. Acesso em ago. 2024.

TURA, Nina; HANNOLA, Pia; KÄÄRIÄINEN, Matti; HEIKKILÄ, Risto A. T.; HEIKKILÄ, Marikka; KOHTAMÄKI, Taru. Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. In: **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 90-98, 2019. Disponível em <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/1-s2.0-s0959652618336059-main.pdf>. Acesso em jun. 2024.

UNIÃO AFRICANA (UA-ACEF). **Agenda 2063: A África que queremos**. Disponível em <https://au.int/pt/agenda2063/overview>. Acesso em ago. 2024

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR AFRICA, (UNECA). **Africa's Circular Economy Transition (2020)**. Disponível em <https://www.uneca.org>. Acesso em fev. 2024.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Environmental Protection Agency (EPA). **National Recycling Strategy: Part One of a Series on Building a Circular Economy for All**. Washington, D.C.: U.S. Government, 2021. Disponível em <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/national-recycling-strategy-executive-summary.pdf>. Acesso em ago. 2024.

VASAK, Karel. **The International Dimensions of Human Rights: Textbook for the Teaching of Human Rights at University Level**. Unesco, 1979. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038533>. Acesso em dez. 2023.

- VESENTINI, José W. **Novas geopolíticas**. São Paulo: Contexto, 2012. Disponível em <https://admunip.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/03/livro-nova-geopolitica.pdf>. Acesso em ago. 2024.
- VESILIND, P. Aarne. **Wastewater Treatment Plant Design**. 1. ed. Lancaster: Technomic Publishing, 1998.
- VEBLÉN, Thorstein. **A Teoria da Classe Ociosa**. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- VEIGA, José Eli da. **O antropoceno e a ciência do sistema terra**. São Paulo: Editora 34, 2019.
- VERNADSKY, Vladimir Ivanovich. **La Biosfera**. Fundación Argentaria – Visor Dis., 1997.
- VEZZOLI, Carlo. **Sistema produto + serviço sustentável: fundamentos**. Curitiba: Insight, 2018.
- VILELLA, Gabriel. **Radioatividade, Tempo de Meia Vida, Aplicações, Fusão e Fissão Nuclear**. Química Sem Segredos, 2022. Disponível em: <https://quimicasemsegredos.com>. Acesso jul. 2024.
- VIEIRA, Simone A. Alteração nos ciclos de carbono e nitrogênio preocupa pesquisadores. In: **Nepam Unicamp**, 2022. Disponível em <https://alcsens.cpa.unicamp.br/noticias-detalle/193-alteracao-nos-ciclos-de-carbono-e-nitrogenio-preocupa-pesquisadores>. Acesso em mai. 2024.
- VIEIRA, Waldo. Conscienciologia, vol. 9, p. 6.619 a 6.623, 2006. In: **Encyclosapiens**. Disponível em <https://encyclossapiens.space/buscaverbete/index.php>. Acesso em jun. 2023.
- VICTOR, Peter. **Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2008.
- VON KÁRMÁN, Theodore. **Aerodynamics: Selected Topics in the Light of Their Historical Development**. New York: McGraw-Hill, 1963.
- WACKERNAGEL, Mathis; REES, William. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. New society publishers, 1998. Disponível em <https://tinyurl.com/57yjp4r3>. Acesso set. 2024
- WAHL, Daniel Christian. **Design de Culturas Regenerativas**. Rio de Janeiro: Bambual Editora, 2020.
- WELTHUNGERHILFE (WHH). Institute For International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV). “Figure 1.6: 2024 Global Hunger Index by Severity.” Mapa. In: **2024 Global Hunger Index: How Gender Justice Can Advance Climate Resilience and Zero Hunger**. Bonn/Berlin: WHH; Dublin: Concern Worldwide; Bochum: IFHV, 2024. Disponível em <https://www.globalhungerindex.org/pdf/en/2024.pdf>. Acesso em out. 2024.
- WATERS, Colin N. *et al.* A stratigraphical basis for the Anthropocene? In: **Geological Society, London, Special Publications**, v. 395, n. 1, p. 1-21, 2014. Disponível em <https://www.lyellcollection.org/doi/pdf/10.1144/sp395.18>. Acesso em mar. 2023.

WATERS, Colin N. et al. Can nuclear weapons fall out mark the beginning of the Anthropocene Epoch?. In: **Bulletin of the Atomic Scientists**, v. 71, n. 3, p. 46-57, 2015. Disponível em <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0096340215581357>. Acesso em mar. 2023.

WATERS, Colin N. et al. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. In: **Science**, v. 351, n. 6269, p. aad2622-1-10, 2016. Disponível em https://www.eas.ualberta.ca/wolfe/eprints/Waters_et_al_2016.pdf. Acesso em mar. 2023.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **Relatório de Riscos Globais 2023**. Disponível em <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023>. Acesso em jan. 2023.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files - GDP (current US\$)**. Disponível em <https://tinyurl.com/bdadnf29>. Acesso em jul. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Carbon pricing dashboard (2017)**. Disponível em <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Acesso em out. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Carbon Pricing Dashboard (2024)**. Disponível em <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Acesso em out. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **População total – União Europeia**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EUU>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – Sub-Saharan Africa, 2023**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=ZG>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – Oceania, 2023**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=Z4>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – Middle East & North Africa**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=ZQ>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – Russian Federation**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=RU>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – India**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=IN>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Population, total – China**. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=CN>. Acesso em abr. 2024.

WORLD BANK ORGANIZATION (WBO). **Climate and Development: An Agenda for Action (2024)**. Disponível em <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/publication/climate-and-development-an-agenda-for-action>. Acesso em set. 2024.

YANEZ, Ivonne. **Justicia ambiental y transición energética: los desafíos para América Latina**. Quito: Acción Ecológica, 2020.

YEARLEY, Steven. The environmental challenge to science studies, p. 457-479. In: JASANOFF, Sheila; MARKLE, Gerald E; PETERSEN, James C.; PINCH, Trevor. (Eds.). **Handbook of science and technology studies**. Sage, 1995.

Yuan, R.; Xu, X.; Wang, Y.; Lu, J.; Long, Y. Evaluating Carbon-Emission Efficiency in China's Construction Industry: An SBM-Model Analysis of Interprovincial Building Heating. In: **Sustainability**, v. 16, n. 6, p. 2411, 2024. Disponível em <https://doi.org/10.3390/su16062411>. Acesso em abr. 2024.

ZALASIEWICZ, Jan *et al.* Are we now living in the Anthropocene?. In: **Gsa Today**, v. 18, n. 2, p. 4-8, 2008. Disponível em <https://rock.geosociety.org/net/gsatoday/archive/18/2/pdf/i1052-5173-18-2-4.pdf>. Acesso em mar. 2023.

ZALASIEWICZ, Jan *et al.* The Anthropocene: a new epoch of geological time? In: **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 369, n. 1938, p. 835-841, 2011. Disponível em <https://royalsocietypublishing.org/toc/rsta/369/1938>. Acesso em mar. 2023.

ZALASIEWICZ, Jan *et al.* When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. In: **Quaternary international**, v. 383, p. 196-203, 2015. Disponível <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618214009136?> Acesso em mar. 2023.

ZALASIEWICZ, Jan; WATERS, Colin; HEAD, Martin J. Anthropocene: its stratigraphic basis. In: **Nature**, v. 541, n. 7637, p. 289-289, 2017(a). Disponível em <https://www.nature.com/articles/541289b>. Acesso em mar. 2023

ZALASIEWICZ, Jan; WATERS, Colin; WILLIAMS, Mark. Les strates de la ville de l'Anthropocène. In: **Annales. Histoire, Sciences Sociales**. Cambridge University Press, 2017(b). p. 329-351. Disponível em <https://tinyurl.com/47mmwv42>. Acesso em mar. 2023.

ZALASIEWICZ, Jan *et al.* **The Anthropocene as a geological time unit: a guide to the scientific evidence and current debate**. Cambridge University Press, 2019.

ZLAUVINEN, Gustavo. Os Direitos Humanos e a Realidade Social. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012.

ZIMMERMAN, Michael E. Toward a Heideggerian Ethos for Radical Environmentalism. In: **Environmental Philosophy: From Animal Rights to Radical Ecology**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.

ZORN, Theodore E.; COLLINS, Eva. Is Sustainability Sustainable? p. 405-416. In: **The Debate Over Corporate Social Responsibility**. New York: Oxford University Press, 2007.