Introdução ao Desenvolvimento Sustentável



Centro de Desenvolvimento Sustentável UnB

UnB

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil

Introdução ao desenvolvimento sustentável [livro eletrônico] / [editores Tálita Floriano dos Santos...[et al.]]. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2025.
PDF
Outros editores: Cristiane Gomes Barreto, Mauro Guilherme Maidana Cappellaro, José Augusto Drummond.
Bibliografia.
ISBN 978-65-85259-38-5
1. Desenvolvimento sustentável 2. Meio ambiente 3. Sustentabilidade ambiental I. Santos, Tálita Floriano dos. II. Barreto, Cristiane Gomes. III. Cappellaro, Mauro Guilherme Maidana. IV. Drummond, José Augusto.

25-266925 CDD-333.9516

Índices para catálogo sistemático:

1. Meio ambiente : Conservação e proteção 333.9516
Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

ISBN: 978-65-85259-38-5
9 786585 259385

Expediente

Editores

Tálita Floriano dos Santos

Cristiane Gomes Barreto

Mauro Guilherme Maidana Cappellaro

José Augusto Drummond

Diagramação/Projeto gráfico/Infografia

Lidiane Holanda

Revisão

Stela Máris Zica

Colaboradores

Alessandro Roberto de Oliveira
Alexandre Strapasson
Ana Claudia Sanches Baptista
Ana Karine Pereira
Andrei Cechin
Andrés Burgos
Arnoldo Santos de Lima
Bernardo Carlos Spaulonci Chiachia Matos de Oliveira
Carlos Hiroo Saito
Cristiano Lenzi
Daniela Gonçalves Mattar
Daniela Nogueira
Diego Pereira Lindoso
Doris Sayago
Edel Nazaré Santiago de Moraes
Elimar Pinheiro do Nascimento
Fabiano Toni
Fernando Paiva Scardua
Gleidson Oliveira Silva
Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti
José Luiz de Andrade Franco
Lígia Chicareli Kawata
Louis Philippe Patrick de Jongh Filho
Marcela Ibiapino
Marilia Telma Manjate
Maurício Amazonas
Nayara Rodrigues Marques
Oscar de Moraes Cordeiro Netto
Paulo Celso dos Reis Gomes
Renata Camargo de Araújo
Renata Távora
Romero Gomes P. da Silva
Saulo Rodrigues Filho
Stéphanie Nasuti
Tahinah Martins
Yasmin Oliveira

INTRODUÇÃO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Tálita Floriano dos Santos

Cristiane Gomes Barreto

Mauro Guilherme Maidana Cappellaro

José Augusto Drummond

Universidade de Brasília

Centro de Desenvolvimento Sustentável

Este livro foi patrocinado pela Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC)

FINATEC Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos

Centro de Desenvolvimento Sustentável

UnB

SUMÁRIO

PREFÁCIO 5

CARTA DOS EDITORES 14

CONCEITOS INICIAIS 16

1. O ANTROPOCENO E A GRANDE ACELERAÇÃO 17
2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A TRAJETÓRIA DE UM CONCEITO 31
3. CIÊNCIA DA SUSTENTABILIDADE 48
4. CRÍTICAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 59
5. ALTERNATIVAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O PÓS-DESENVOLVIMENTO 70

FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 82

6. ECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE 83
7. ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE 93
8. SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE 103
9. POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE 114

TÓPICOS CONTEMPORÂNEOS 125

10. BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS 126
11. ÁGUA E SUSTENTABILIDADE 135
12. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE: PARTE I 142
13. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE: PARTE II 152
14. CIDADES SUSTENTÁVEIS 162
15. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 168
16. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE 178
17. EDUCAÇÃO AMBIENTAL 187
18. INJUSTIÇA, RACISMO, DIVERSIDADES E MEIO AMBIENTE 196
19. GÊNERO E SUSTENTABILIDADE 207
20. GOVERNANÇA AMBIENTAL 213
21. REDES E SUSTENTABILIDADE 221
22. ESG: ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE 230
23. ECOLOGIA INDUSTRIAL OU O USO EFICIENTE DE RECURSOS NATURAIS 240

Prefácio

Cristovam Buarque

Professor Emérito da UnB

O Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília – CDS/UnB nasceu quando ainda não se concretizavam as previsões do Relatório do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT sobre os limites ao crescimento, elaborado a pedido do Clube de Roma. Desde então, a realidade está confirmando aquelas previsões. O CDS deixou sua marca: centenas de teses de mestrado e doutorado, grande respeitabilidade e extensa rede de conexões acadêmicas nacionais e internacionais; sobretudo, a marca do pioneirismo em um campo de estudo ainda pouco considerado no mundo acadêmico do início dos anos 1990.

Este livro "Introdução ao Desenvolvimento Sustentável" é uma prova do sucesso do CDS. Os 23 artigos por seus docentes e pesquisadores mostram a amplitude dos temas e o rigor teórico de seus participantes: textos que trazem luz à formação de novos conceitos, como Antropoceno e Desenvolvimento Sustentável; análises sobre as bases da ciência da sustentabilidade e os desafios do pós desenvolvimento; também estudos específicos sobre energia, cidade, ecologia, mudanças climáticas, educação ambiental, governança e resíduos.

Tendo cumprido um papel importante no mundo das ideias ao longo dos últimos 30 anos, é hora de definir desafios sobre o papel, a estrutura e os temas de estudo do CDS nas próximas décadas, que serão decisivas para a humanidade.

a) Fortalecer o enfoque multidisciplinar e ampliar os estudos sobre a história da humanidade

O documento que serviu de base para criação do CDS, memorando[1] de 1990, do ex-reitor da UnB para seu substituto, sugeria a criação de um centro de reflexão multidisciplinar sobre a história passada, a dimensão da crise atual e as perspectivas futuras da civilização: estudar a diversa evolução do homo sapiens até a encruzilhada em que está a humanidade, além de imaginar possíveis futuros e estratégias para dar continuidade e essa evolução levando em conta aspectos morais, biológicos, sociais, econômicos e políticos.

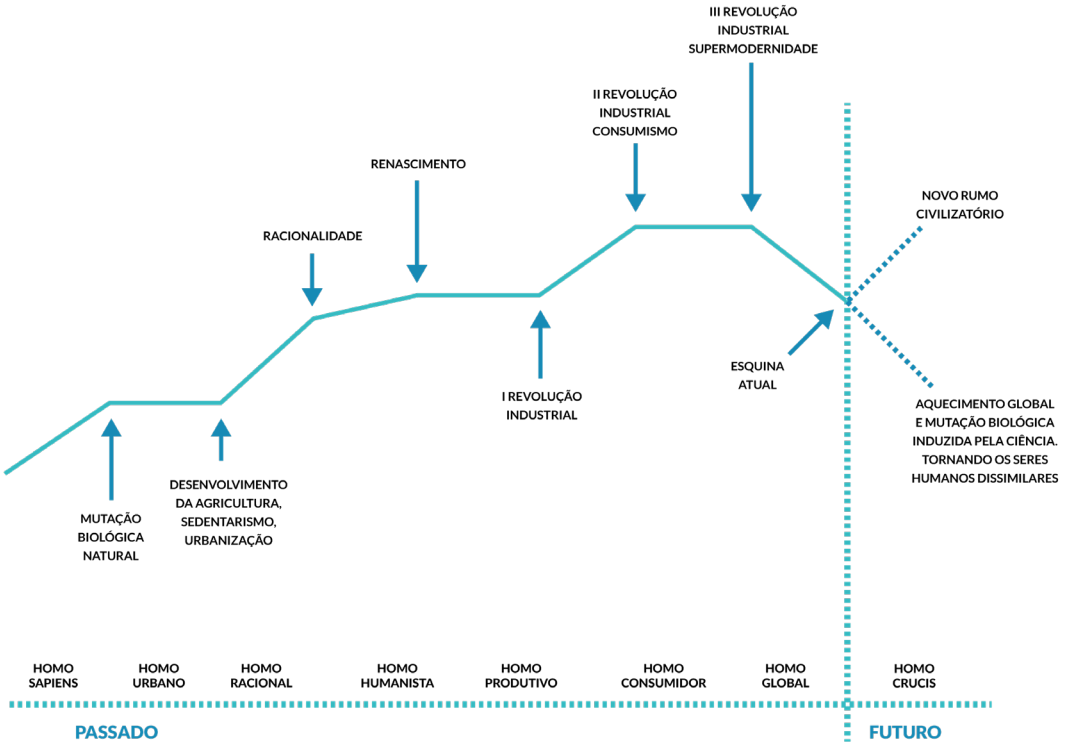
A ideia era estudar a hipótese, indicada na figura 1, a seguir, de que depois da evolução biológica que deu origem ao homo sapiens, ocorreram mais sete evoluções disruptivas que caracterizariam mutações mentais, formando novos tipos específicos de homo sapiens: homo urbano, homo racional, homo humanista, homo produtivo, homo consumidor, homo global e o homo crucis atual[2]. Por esta hipótese, cada mudança foi suficientemente disruptiva para formar um homo sapiens que apesar da mesma característica genética tem características mentais diferentes da etapa anterior, podendo-se dizer que é um novo tipo de homo sapiens. A constatação da dimensão da crise civilizatória atual coloca este homo sapiens crucis na encruzilhada com três alternativas:

1 Cristovam Buarque, memorando de 13/10/1992 ao reitor professor Antonio Ibañez propondo a implantação do Doutorado em Economia Ecológica. Este memorando estava sintonizado com as ideias do meu livro *A desordem do progresso: o fim da era dos economistas e a construção do futuro*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991, depois traduzido e publicado em inglês, com título *The End of Economics? - Ethics and the Disorder of Progress* (Londres: Zed Books, 1993), e *A Aventura da Universidade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994. O memorando virou realidade com a Resolução do Conselho Universitário 014/93, de 29/09/1993, determinando que o Centro de Estudos Multidisciplinares (CEAM) apresentasse em 60 dias a concepção do curso. Em 1995, finalmente o CDS foi criado.

2 Ver do autor o livro *O erro do sucesso: A civilização desorientada e a busca por um novo caminho*. Brasília: Garamond, 2014.

marcha para hecatombe ecológica, reorientação da civilização industrial depredadora e desigual para uma civilização harmônica ou uma nova mutação biológica, induzida pela biotecnologia. A civilização sucumbiria a uma hecatombe, seja ecológica, seja moral, ou marcharia para uma nova etapa de evolução humanista.

Figura 1 – Encruzilhada civilizatória



O desafio do CDS para o estudo desta evolução e da crise atual exige a radicalidade na intenção inicial de estudos multidisciplinares, com conhecimento compartilhado por historiadores, arqueólogos, politólogos, sociólogos, antropólogos, filósofos, linguistas, biólogos, neurocientistas, economistas e psicólogos. O CDS deve ser o Centro onde todas estas áreas do conhecimento conviveriam em interações acadêmicas multidisciplinares – aulas, seminários, debates, conversas – para constatar as diversas interpretações sobre a marcha da humanidade. Além da adoção plena de métodos multidisciplinares, o CDS precisa ser um polo de atração para reflexão por pensadores, independentemente da relação administrativa e da titularidade de cada um deles.

b) Reflexão sobre a civilização nas eras: do Antropoceno, dos Limites, da Escassez e de Dúvidas

Além de polo de reflexão sobre a história da evolução humana, da crise civilizatória e dos rumos da humanidade, o CDS deve ser também centro de análise da geopolítica no mundo atual. Apesar de a humanidade e o planeta terem deixado de ser temas restritos a filósofos e astrônomos, o mundo acadêmico continua dividindo a geopolítica em países ricos do "primeiro mundo" e países pobres do "terceiro mundo". O CDS precisa se debruçar sobre a geopolítica de um mundo com a pobreza espalhada, independentemente das fronteiras nacionais: a Terra inteira como um "mundo terceiro mundo", com populações de pobres e de ricos, em todos os países.

Os ricos formando um "primeiro mundo internacional dos ricos" com a mesma qualidade de consumo e de serviços de saúde, cultura, educação, não importa o país em que vivam; e os pobres espalhados em um "arquipélago de excluídos da modernidade", diferenciados até mesmo dentro do próprio país. Apartando estes dois tipos de população, o planeta é cortado por uma "cortina de ouro" que serpenteia por dentro de cada país, separando ricos e pobres em uma apartação internacional[3]; como indica a figura 2.

É consequência desta nova geopolítica ecológica que em cada país a disputa eleitoral tem ocorrido em uma luta de classes, entre nacionais e imigrantes. Em fevereiro de 2024, o Vice-Presidente dos Estados Unidos deixou clara esta realidade geopolítica ao dizer que os inimigos já não são países que se opõem, são os imigrantes no interior do próprio país.

Impossível ao político ter êxito com ideias, conceitos e propostas fora da caixinha das visões e conceitos tradicionais. O CDS tem e deve usar esta liberdade e competência. A política se mostra antihumanista ao ser obrigada a descartar os três tipos de imigrantes: geracionais (ainda não chegaram a idade de voto ou nem nasceram), geográficos (que vêm de outro país) e sociais (pobres excluídos, os "instrangeiros"[4]). Os dois primeiros grupos não votam, os estrangeiros sociais votam iludidos com a chance de ingressar no mundo moderno de consumo. Em tempos de abundância, a política defende incorporar aos imigrantes, mas em tempo de escassez, os políticos precisam defender a manutenção dos privilégios já conquistados, não a distribuição de benefícios. Cabe ao CDS estudar como abolir o conceito de estrangeiro e de imigrantes e tratar os seres humanos como seres humanos, independentemente do local geográfico, geracional ou social onde nasceram. Em tempo de limites e escassez, isto vai exigir novas propostas utópicas, diferentes do crescimento do PIB e do consumo: redução da jornada de trabalho e ampliação de bens e serviços públicos, com provável redução no consumo, pelo menos no caso dos bens degradadores do equilíbrio ecológico.

A integração entre os ricos, independentemente de seu país, é tamanha que cartão de crédito internacional é mais importante do que o passaporte nacional; dentro de cada país, os crachás barram mais aos nacionais na entrada de hospitais, escolas, condomínios, do que os passaportes entre países. A "cortina de ouro" é uma fronteira mais difícil para um pobre atravessar dentro do seu país do que a fronteira internacional por um viajante do primeiro mundo dos ricos.

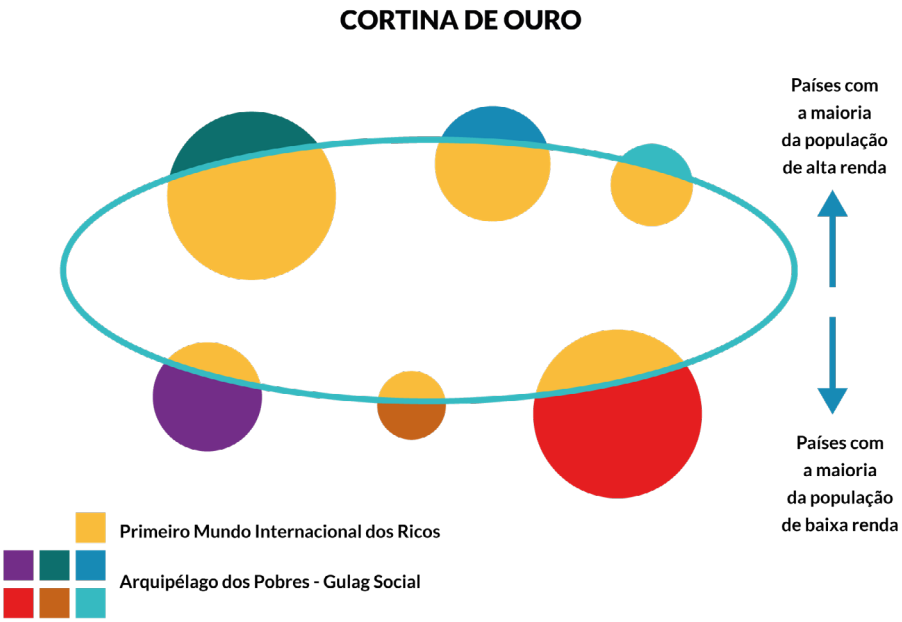
Já não se justifica tratar os países como ricos ou pobres, mas como "países com renda média alta" e "países com renda média baixa". Nos "países com renda média alta" há imensos contingentes de pobres e nos "países de renda média baixa", seus ricos têm o padrão de vida dos países de renda média alta. A defesa do equilíbrio ecológico mundial já não pode ser feita defendendo o direito de poluir da população dos "países de renda média baixa", porque seus ricos consomem e poluem até mais, além de terem os privilégios dos ricos do "primeiro mundo internacional dos ricos".

Este é um tema que o CDS deve aprofundar para evitar o erro comum nas COPs e em outros acordos internacionais de, em nome dos pobres, manter-se o direito a privilégios e a degradação ambiental nos "países com renda média baixa"; ou exigir compensações financeiras que podem terminar beneficiando aos ricos desses países, aumentando o desequilíbrio ecológico.

3 Ver do autor o livro *A Cortina de Ouro: os sustos do final do século e um sonho para o seguinte*. São Paulo: Paz e Terra, 1994.

4 Ver do autor o livro *Os instrangeiros: a aventura da opinião na fronteira dos séculos*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

Figura 2 – Cortina de ouro



O CDS deve trabalhar sobre uma geopolítica que no lugar de países, divide a humanidade social e geracionalmente entre poluidores e não poluidores, entre geração atual e gerações futuras.

c) Adotar métodos de livre pensar para imaginar alternativas disruptivas de futuro

O atual homo sapiens crucis está na encruzilhada com as três alternativas já citadas: caminhar para a catástrofe ecológica com nova extinção ampla de vida no planeta; reorientar o rumo civilizatório em direção a uma evolução harmônica entre seres humanos e deles com a Natureza, o que exige uma mutação mental do atual homo sapiens industrial para o homo sapiens harmônico; ou continuar o rumo da civilização industrial para explicitamente apenas uma parte da humanidade, dividindo a espécie em homo sapiens superior e homo sapiens inferior ou neohomosapiens e neoneandertais.

Percebe-se a tendência à hecatombe ecológica movida por uma punção humana e pela volúpia ao consumo e a ganância do lucro; ou à hecatombe moral com a desigualdade social se transformando em diferenciação social, com indícios de ruptura na esperança de vida, na saúde e no grau de inteligência, conforme a população do "primeiro mundo internacional dos ricos" ou o "arquipélago de pobres". Esta hecatombe moral pelos padrões atuais do sentimento de semelhança permitiria dar sustentabilidade ao atual padrão industrial para apenas uma minoria de seres humanos, enquanto excluiria ou eliminaria a outra parte, como foi feito há 40 mil anos com os neandertais. A alternativa a estas duas catástrofes, ecológica ou moral, seria o rumo a um novo tipo de evolução em direção a uma civilização harmônica entre os seres humanos e deles com a natureza, o que exigiria uma nova mutação mental do atual homo industrial consumidor, individualista e antropocêntrico radical. Vale lembrar que este sentimento de semelhança entre os seres humanos não existiu ao longo de séculos de desigualdade e mesmo recentemente não existiu nos séculos de escravidão, no apartheid sul-africano, no racismo dentro da democracia norteamericana, nem na apartação internacional atual da qual o Brasil é um exemplo.

Especular sobre a dimensão da crise na encruzilhada civilizatória e sobre o futuro para onde vai a humanidade exige enfrentar o desafio de complementar o atual método de trabalho do CDS de Centro de ensino para mestrado e doutorado, em centro de estudo de livre pensar. Se diferenciar da tradição doutoral da universidade, se transformando em campo de debate intelectual com menos submissão à tutela de orientadores e ao propósito do diploma, adotando a liberdade de pensar o inesperado, incentivando a reflexão com direito a especulações que promovam disrupção intelectual teórica. Para tanto, o CDS deve adotar e praticar seminários, teses e artigos com novas visões sobre problemas já apresentados e formular problemas ainda não conhecidos: um método de trabalho mais dedicado a formular novas perguntas do que a encontrar respostas para perguntas já conhecidas. Sair da visão presa à ideia tradicional de desenvolvimento, mesmo sustentável, para a ideia de evolução harmônica.

d) Estudos do futuro e fábrica de conceitos novos

A nova geopolítica ecológica, a crise civilizatória, os desafios ecológicos e sociais nas eras disruptivas exigem a construção de um dicionário para os atuais tempos disruptivos. Ao estudar a ideia de evolução harmônica para a humanidade e o planeta, não para cada país em particular, o CDS deve escolher temas que definirão o rumo da civilização, rompendo com 200 anos de táticas para promover crescimento econômico por país. O CDS deve ser uma usina de conceitos e de palavras que representem as realidades imaginadas para o futuro que já está presente, embora não perceptível.

e) A tecnologia indutora de necessidades e de desigualdades

Por dois séculos o mundo caminhou para a abundância e em consequência ao fim das necessidades, graças ao avanço técnico aumentando a produtividade para produzir a cesta tradicional de bens que pouco mudou seus componentes desde a Idade Média até o final do século 19. A partir do século 20, o avanço técnico teve uma inflexão: embora ainda aumentando a produtividade, passou a inventar novos produtos, criando necessidades no lugar de promover abundância. A coincidência histórica do aumento da produtividade com a invenção de novos produtos levou a produção industrial a níveis que provocam mudanças climáticas e ameaçam os limites ecológicos. A partir de certo momento no século 20, a inteligência humana que era distribuidora e emancipadora de necessidades, passa a exigir a defesa de privilégios: já não sendo possível para todos, a sociedade se organiza para politicamente barrar novos beneficiados. O CDS deve ser o polo de reflexão sobre estes novos tempos do avanço técnico depredador e concentrador no lugar de emancipador e distribuidor.

f) Cada país pedaço do mundo

Nesta geopolítica ecológica atual, a democracia se opõe ao humanismo. O mundo ficou global, a Terra é a unidade, mas o sentimento tribal de cada país se mantém. O mundo-soma-de-países já passou a ser cada-país-pedaço-do-mundo, mas o atavismo nacionalista, que se manterá por décadas ou séculos aprisiona os problemas planetários nas decisões políticas tomadas dentro de cada país pela soberania dos eleitores para decidir conforme seus interesses individuais – limitados ao curto horizonte temporal e ao pequeno horizonte espacial. Com a percepção planetária, os interesses da humanidade apresentam novos problemas que não respeitam fronteiras nacionais: mudanças climáticas, migração em massa, pobreza global, criminalidade internacional, mas as decisões são tomadas no nível de cada país, daí a incapacidade dos líderes eleitos pelo voto nacional tomarem decisões sintonizadas com os interesses da humanidade. Daí a constatação de não haver mais líderes mundiais, porque todo líder é nacional em um mundo que já é planetário. Os líderes mundiais de antes eram nacionais, usavam a diplomacia ou a força militar que tentavam fazer o mundo se parecer ao seu conforme a ideologia, valores morais e o respectivo estilo de vida.

O CDS deve ser um centro de reflexão sobre o esgotamento da democracia nacional e sobre a construção de uma humanocracia capaz de combinar o apego nacional com os interesses da humanidade, onde os eleitores de cada país mantém suas especificidades e interesses, mas é apenas um pedaço do mundo. Impossível as lideranças políticas eleitas por interesses locais terem esta perspectiva planetária. As novas ideias não surgirão no mundo político comprometido com o curto prazo eleitoral e o limitado espaço geográfico. Este é um tempo que requer filosofia para dar substância teórica à política. O CDS deve enfrentar o desafio de ser formulador da nova filosofia política planetária ecológica, social e econômica em que os líderes nacionais e seus partidos não conseguirão. No livro "A Desordem do Progresso" sugiro o termo "econologia" [5]para definir esta combinação de novo propósito ético, diferente do PIB, no espaço ecológico, diferente do nacional, e com racionalidade econômica de como as pedras, plantas e animais se transformam nos produtos do homem e fabrica ao homem na forma de produzi-los, usá-los e descartá-los.

A figura 3 abaixo mostra a alternativa de um sistema mundial em que o eleitor nacional continuaria politicamente soberano, mas sua soberania limitada por valores morais humanistas definidos por acordos internacionais, como vem sendo tentado por acordos tipo Kyoto, Paris, Marrakech, Rio, COPs.

Figura 3 – A humanocracia



Este é um tema que deve desafiar os alunos, professores e pesquisadores associados do CDS, sobretudo devido a possível impossibilidade de chegar-se a acordos que representem valores humanistas aceitos por líderes comprometidos e dependentes dos votos nacionais[6], tendo em vista a pulsão do homo sapiens para o individualismo, mesmo em cooperação local quando é do interesse individual. Afinal, a consciência da morte e do curtíssimo período de vida conduz o homem a tomar decisões para o benefício próprio pessoal, mesmo que provocando desastres para a espécie, como se o homo sapiens fosse o meteoro da humanidade.

g) Superação da pobreza: utopia humanista

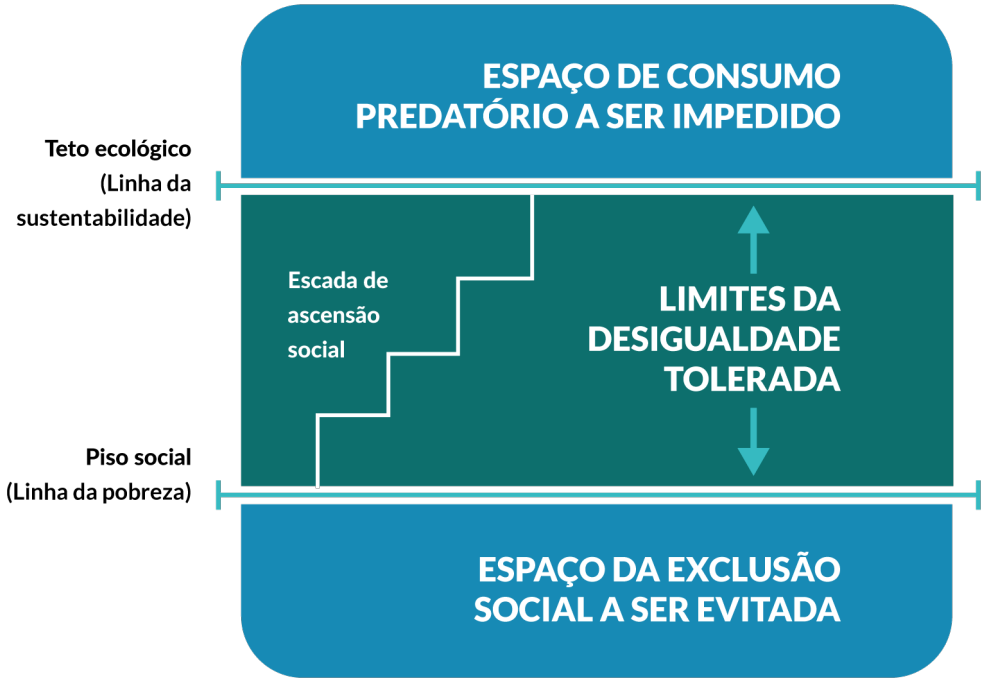
5 Ver do autor o artigo *A Terra não cabe na Ágora*. Revista Brasileira, ano II, nª 114, jan-mar, 2023.

6 Ver do autor *Econologie : la science de la Terre-patrie*. In: MORIN, Edgar. L'avenir de Terre-Patrie : Cheminer avec Edgar Morin. França: Editora Actes Sud, 2021.

Um desafio para o CDS deve ser como derrubar a "cortina de ouro", abolindo o quadro de pobreza em escala planetária. A economia fracassou como ferramenta para a superação da pobreza, o CDS deve enfrentar o desafio de promover reflexão multidisciplinar para um novo entendimento e novas estratégias visando a erradicação da pobreza, com enfoque diferente daquele usado desde meados do século 20 pelo crescimento econômico e distribuição dos seus resultados em escalas nacionais. A ideia de que a renda crescendo se espalharia do topo à base social eliminando a pobreza em cada país não se realizou: nem se espalhou e, mesmo que espalhada, não resolveria o problema da pobreza, porque a renda bem distribuída não seria suficiente para os pobres adquirirem, no mercado, os bens e serviços cuja ausência caracteriza pobreza. O CDS deve tirar o tema da pobreza das amarras teóricas da economia e tratá-lo como assunto da moral, da solidariedade: ver pobreza não mais como falta de renda, mas como falta de acesso aos bens e serviços essenciais por falta de decisões políticas corretas no uso dos recursos.

Imaginar estratégias que permitam assegurar a todos habitantes de cada país acesso aos bens e serviços cuja ausência caracteriza pobreza, colocando todos acima de um "piso social", linha real, não monetária, da pobreza; ao mesmo tempo definindo estratégias para limitar o consumo a um "teto ecológico" acima do qual nenhum consumo seja permitido; e entre o teto e o piso, uma "escada de ascensão social" garantida a todos, graças à educação e à saúde de máxima qualidade com plena equidade. Entre o piso e o teto, a utopia humanista, e, portanto, libertária, toleraria a desigualdade social e econômica resultado da liberdade para usar o talento, a persistência e as preferências de cada indivíduo. Porque, bem utilizados, o talento, a persistência e as preferências não apenas justificam a desigualdade tolerada, como são ferramentas de aumento da riqueza social a ser distribuída.

Figura 4 – Utopia humanista



h) Prosperidade independente do crescimento econômico

Um dos desafios do CDS é livrar o pensamento da amarra do PIB e formular um novo indicador de progresso. Romper com dois séculos da definição de prosperidade baseada no aumento da renda nacional de cada país graças ao crescimento econômico medido pelo PIB per capita e promover uma nova concepção de prosperidade baseada na capacidade do sistema social permitir o bem-estar e a ampliação da liberdade, assegurando a possibilidade de cada pessoa usufruir de sua liberdade. O CDS deve se envolver no esforço mundial que busca um novo indicador do progresso que não seja mais o PIB e não se limite ao IDH.

i) Esgotamento do Estado, das fronteiras nacionais e da demografia

A geopolítica ecológica ocorre com limites ao crescimento econômico, limite no isolamento de fronteiras nacionais e limites ao poder dos Estados. O CDS deve ser um polo de reflexão sobre a gestão econômica e social nos tempos de governos com fronteiras nacionais frágeis, Estados esgotados na representação de poder diante de ONGs, sindicatos e participação da sociedade civil, esgotado fiscalmente, sem capacidade de financiamento, moralmente por causa da corrupção quase generalizada e pela baixa taxa de natalidade.

j) Preocupação com educação

O que se percebe nesta nova geopolítica ecológica é que a luta de classes é substituída por uma luta de cabeças entre a mente do homo sapiens industrial consumidor, individualista, imediatista, nacionalista, e um novo homo harmônico. A construção do futuro passa portanto pela educação que forme uma nova mentalidade humanista, planetária e ecológica, movida para realizar o bem-estar, a ampliação do tempo livre para ser usado livremente.

O CDS tem demonstrado preocupação com educação ambiental, mas não com a formação de uma mente planetária: o conhecimento da crise, suas causas, a necessidade de ver cada país como pedaço do mundo e não o mundo como a soma dos países, substituir o propósito do consumo pelo propósito do tempo livre, com liberdade para usá-lo livremente. O CDS precisa se colocar o desafio de refletir sobre o futuro da educação para o futuro da humanidade, tanto no conteúdo, uma nova maneira de a humanidade pensar e definir o propósito de sua evolução, quanto no uso das novas ferramentas para o futuro da pedagogia. Para tanto, será preciso refletir e propor na condição de educacionistas – de que forma implantar um sistema mundial de educação para todas as crianças do mundo – e na condição de educadores – qual o conteúdo da escola para formar a mente humanista e como aproveitar as novas ferramentas decorrentes das modernas tecnologias digitais e da teleinformática. Este desafio deve ser considerado em escala mundial, visando atender todas as crianças que construirão o futuro do mundo, independentemente de onde more e qual a renda da família[7].

7 Ver o livro International Commission on the Futures of Education. Report - Reimagining Our Future Together: a new social contract for the education. Paris: UNESCO, 2021. 184p, resultado do trabalho da equipe de 15 pessoas reunidas pela UNESCO, da qual o autor fez parte.

Nota

Minha relação com o Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília – CDS/UnB, onde fui professor, é mais do que acadêmica, é também sentimental. Ele surgiu de um memorando meu, de 13 de outubro de 1992, já na qualidade de ex-reitor, ao reitor Antonio Ibañez Ruiz, sugerindo a criação de um centro para reflexão sobre a relação do ser humano com a natureza, que chamava então de economia ecológica. A ideia era uma rede internacional com outros quatro centros no Chile, Espanha, Escócia e Suécia, inspirados por Ignacy Sachs, meu orientador de estudos para o doutorado na Sorbonne, e por Manfred Max-Neef.

Graças, inicialmente ao reitor Ibañez, que formalizou a criação, aos professores Marcel Bursztyn e Elimar Nascimento, e dezenas de outros professores e alunos, a ideia se fez realidade e hoje, após 30 anos, é um caso de grande sucesso acadêmico. O CDS cumpriu seu papel e orgulha ao mundo universitário, mas como toda instituição, deve olhar para frente imaginando e enfrentando desafios. Por isto, minha satisfação ao ser convidado para fazer o prefácio deste livro foi aumentando quando foi aceita minha intenção de escrever sobre os desafios do Centro para os próximos anos.

Escrevi este texto com carinho por ter responsabilidade com seu nascimento e com esperança no potencial do CDS. Por esta razão, escolhi fazer um texto de reflexão pessoal, cuidando inclusive de citar referências apenas de trabalhos meus. Espero que os professores e alunos encarem o desafio de ler, de analisar e de contestar estes desafios, transforme-os em outros e enfrente-os.

Cristovam Buarque

Professor Emérito da UnB

Carta dos Editores

Prezadas leitoras e leitores,

É com grande entusiasmo que apresentamos esta obra coletiva, fruto da iniciativa da comunidade acadêmica do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Universidade de Brasília (UnB), que se dedicou a reunir reflexões e conhecimentos essenciais para uma introdução ao tema do Desenvolvimento Sustentável.

O CDS foi fundado em 1996 (cds.unb.br) e agrega pesquisadores das mais diversas áreas, como: biologia, economia, sociologia, agronomia, ciência política, administração, história, antropologia e engenharias. Desde de 2006, o centro é responsável pela disciplina **Introdução ao Desenvolvimento Sustentável**, ministrada regularmente como componente curricular obrigatório dos cursos de graduação em Ciências Ambientais e Engenharia de Produção. Além disso, a disciplina é ofertada como eletiva ou módulo livre, o que já permitiu que discentes de outras áreas e cursos da UnB a tenham cursado.

Diante da diversidade de perfis acadêmicos dos docentes do CDS e da necessidade de um material didático que refletisse a sua abordagem transdisciplinar, surgiu o desafio de desenvolver um livro-base que contemplasse os principais temas do desenvolvimento sustentável. Assumimos a tarefa de produzir um material que não apenas cobrisse o conteúdo para os discentes de graduação, mas que também adotasse uma linguagem acessível e estimulasse uma compreensão crítica do tema.

Foi com esse propósito que nos reunimos para conceber esta obra. A sua construção foi um esforço coletivo, contando com o comprometimento de docentes, discentes, pesquisadores e colaboradores – a maioria vinculada ao CDS – em elaborar um material que integrasse diferentes perspectivas e abordagens sobre o desenvolvimento sustentável.

Este livro foi organizado em três seções. A primeira, ***Conceitos iniciais***, traz cinco capítulos sobre os principais conceitos que fundamentam o debate sobre sustentabilidade. O capítulo inicial aborda o **Antropoceno e a grande aceleração**, discutindo as mudanças ambientais provocadas pela ação humana e os seus impactos no planeta. Em seguida, o capítulo **Desenvolvimento Sustentável: trajetória de um conceito**, explora a sua evolução e as diferentes abordagens que moldaram a sua aplicação ao longo do tempo. O capítulo **Ciência da Sustentabilidade** discute as bases científicas e epistemológicas desse campo e que integra conhecimentos de diversas áreas para enfrentar os desafios ambientais e sociais da atualidade. Por fim, a seção apresenta um capítulo sobre **Críticas ao desenvolvimento sustentável** e outro sobre **Alternativas ao desenvolvimento sustentável**, promovendo uma reflexão sobre os caminhos possíveis.

A segunda seção, ***Fundamentos do desenvolvimento sustentável***, contém quatro capítulos que aprofundam algumas das principais dimensões do desenvolvimento sustentável. O capítulo sobre **Ecologia e sustentabilidade** destaca a relação entre os sistemas naturais e a sociedade, enquanto o capítulo **Economia e sustentabilidade** discute modelos econômicos que levam em conta os limites ecológicos. A interação entre **Sociedade e meio ambiente** é explorada sob diferentes perspectivas, enfatizando as dinâmicas sociais que influenciam a sustentabilidade. Por fim, o capítulo sobre **Políticas públicas e sustentabilidade** analisa estratégias governamentais e regulatórias voltadas para a promoção de práticas sustentáveis.

A terceira e última seção, ***Tópicos contemporâneos***, com quatorze capítulos, apresenta questões como **biodiversidade, recursos hídricos, mudanças climáticas, energia e resíduos sólidos urbanos**, além de temas como **governança ambiental, redes de sustentabilidade, cidades sustentáveis e ESG (Environmental, Social and Governance**). A inclusão de capítulos sobre **educação ambiental, injustiça ambiental, racismo, diversidade e gênero** reforça a importância de uma abordagem inclusiva e equitativa para a sustentabilidade.

Concebemos esta obra para que os professores e estudantes a usem como livro-base em disciplinas dedicadas à reflexão sobre o desenvolvimento sustentável e nas suas aplicações em variados temas e contextos. Os capítulos não estão escritos com uma estrutura única, mas todos contêm resumos que apontam algumas perguntas e questões que os alunos deverão ser capazes de responder depois das leituras.

Sugerimos utilizar as perguntas e questões do livro como base para atividades em sala de aula, iniciando pelos cinco primeiros capítulos, que abordam temas amplos como o contexto socioeconômico atual, a gênese do conceito de desenvolvimento sustentável, a ciência da sustentabilidade, críticas ao desenvolvimento sustentável e abordagens alternativas. Em seguida, sugerimos trabalhar os capítulos 6 a 9, que focam nas áreas com as quais o DS dialoga diretamente – ecologia, economia, sociedade e políticas públicas. Para as aulas restantes, os/as docentes poderão selecionar capítulos temáticos entre os capítulos 10 a 23, que abordam questões específicas como biodiversidade, energia, resíduos sólidos e mudanças climáticas. A seleção deve considerar o número de aulas disponível, permitindo espaço para outras atividades, como introduções, aulas especiais, avaliações, apresentações de grupos e encerramento da disciplina.

Esperamos que o livro fomente debates, estimule a reflexão crítica e sirva como um instrumento pedagógico para as pessoas interessadas na temática do desenvolvimento sustentável. Agradecemos a todos os autores e autoras que tornaram possível a elaboração desta obra coletiva.

Boa leitura!

Os Editores

SEÇÃO

01

CONCEITOS INICIAIS



1. O ANTROPOCENO E A GRANDE ACELERAÇÃO

Cristiane Gomes Barreto[1]
Stéphanie Nasuti[1]
Tálita Floriano dos Santos[1]

Resumo

O Antropoceno é o nome proposto para nomear a atual época geológica, caracterizada pelo impacto significativo das atividades humanas sobre o sistema terrestre. Este capítulo explora a transição histórica e ambiental, desde a Revolução Industrial até a Grande Aceleração, um período de crescimento exponencial das atividades humanas que resultou em profundas mudanças na biodiversidade, no clima e na geologia. Com o uso crescente de combustíveis fósseis e a intensificação da urbanização, as ações humanas passaram a moldar a Terra de maneira sem precedentes. O texto também questiona como as desigualdades globais contribuem para essa crise ecológica. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como o Antropoceno se situa dentro de um contexto cronoestratigráfico? (ii) O que é a Grande Aceleração e como ela afeta o planeta? (iii) Quais são os principais debates em torno da noção do Antropoceno?

Introdução

Em um ponto singular do universo, há cerca de 4,5 bilhões de anos, uma rocha errante se transformava em mais um planeta, nutrindo-se de poeira das estrelas. Com a presença da água, não tardou para que a vida emergisse, há cerca de 4,2 bilhões de anos. A vida moldou a Terra ao longo do tempo e se ajustou a esse planeta, prosperando e influenciando, mas sendo influenciada pela Terra. Foram as primeiras formas de vida que, há cerca de 500 milhões de anos, abasteceram a atmosfera com o oxigênio e favoreceram a respiração de diversas plantas e animais. Esse momento de formação da Terra é apenas um ponto efêmero de toda a história cósmica, marcada por muitas transformações que nos trouxeram até onde estamos. Contudo, foi nesse lugar, de longa história, que todas as nossas referências surgiram e se estabeleceram. Há poucos milhares de anos, foi nesse planeta que os humanos inventaram a agricultura, a política, a penicilina, a literatura, as guerras, as religiões e muito mais.

Este capítulo nos convida a uma jornada por essas transformações e revoluções. Ele nos permitirá perceber o poder que a humanidade tem para provocar mudanças na Terra, nos situando em perspectiva com outros fenômenos planetários. Isso interessa muito às discussões sobre a sustentabilidade, pois aprendemos muito, a cada dia, sobre a dimensão e a extensão dos impactos humanos nos ecossistemas terrestres e sobre as grandes transformações que os sistemas planetários já sofreram ao longo da história da Terra.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

Um pouco de história: do *Big Bang* ao Holoceno

Marcos importantes na evolução da Terra ocorreram com intervalos de poucos milhares de anos a bilhões de anos. São níveis muito diferentes na escala do tempo, que tornam as noções de períodos e de duração pouco intuitivas. Para lidar com isso, o astrofísico estadunidense Carl Sagan (1934-1996) propôs um "calendário cósmico" que resume, com base em um calendário gregoriano, quando teriam ocorrido os principais marcos da evolução da Terra. Começando com o Big Bang, no primeiro segundo do que seria o 1º de janeiro, passando pela formação dos planetas, pelo surgimento da vida, pela extinção dos dinossauros, pela Revolução Industrial, até os dias de hoje (Figura 1).

Figura 1 – Calendário cósmico com os principais eventos geológicos e humanos, distribuídos ao longo de 365 dias hipotéticos



Fonte: Adaptado de Sagan (1987)

Nesse calendário, a formação do planeta Terra aconteceria já na segunda parte do ano, no dia 14 de setembro, ao passo que o *Homo sapiens* aparece, na cronologia do universo, apenas às 22h30 do dia 31 de dezembro. A colonização das Américas por europeus apenas no último segundo da história cósmica, às 23h59m59s.

Similar ao calendário cósmico, a geologia classifica as classes cronológicas da Terra em intervalos que têm os nomes seguintes: Éons, Eras, Períodos e Épocas, entre outras (Figura 2).

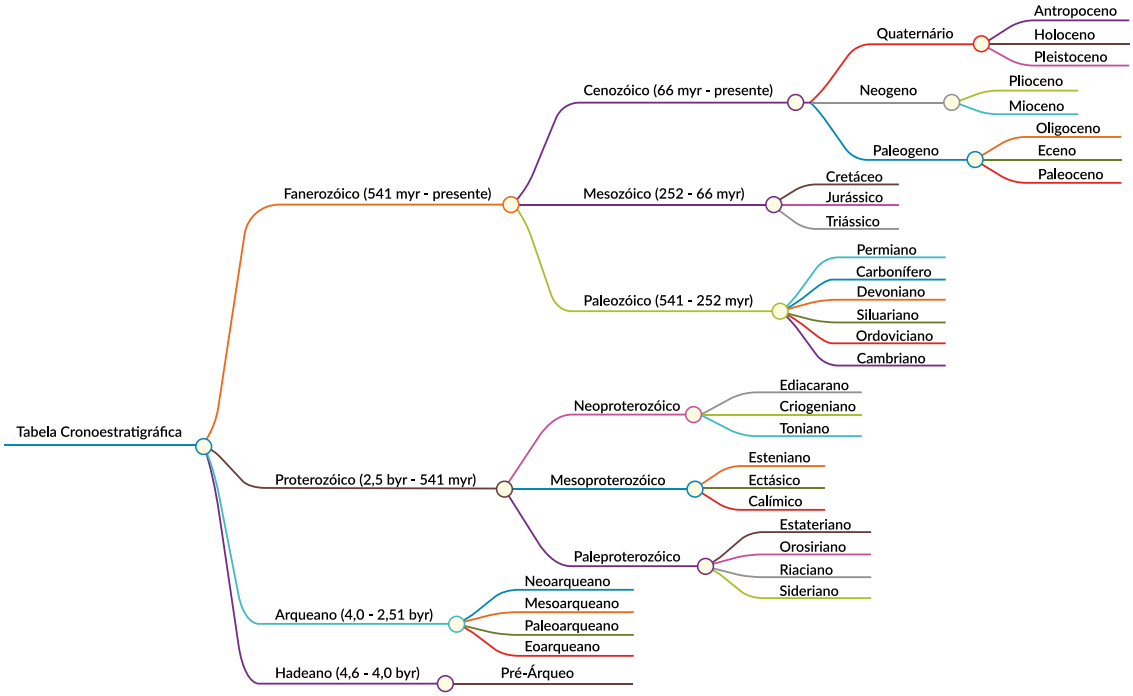
Figura 2 – Sequência cronoestratigráfica da classificação geológica



Fonte: Elaboração das Autoras

Assim, a partir de 14 de setembro, quando a Terra se forma no calendário cósmico, partimos do Éon Hadeano, há cerca de 4 bilhões de anos (byr), passamos pelo Período Sideriano, da Era Paleoproterozoica, do Éon Proterozoico (2,5 byr), quando emergia a vida, para o atual interstício entre o que seria uma nova Época – o Antropoceno – e o Holoceno, do Período Quaternário, Era Cenozoica, Éon Fanerozoico (Figura 3).

Figura 3 – Sequência cronoestratigráfica da classificação geológica



Fonte: Elaboração das Autoras

As últimas glaciações, conhecidas como eras do gelo, terminaram nos últimos 30 segundos do calendário cósmico (Figura 1), equivalente ao Pleistoceno, do Período Quaternário, Era Cenozoica, Éon Fanerozoico, há aproximadamente 12 mil anos (Figura 3).

O calendário cósmico e o diagrama cronoestratigráfico são duas formas de classificar e organizar os eventos mais importantes da história da Terra e do universo, respectivamente, (i) para compreender a temporalidade desses eventos e (ii) para refletir sobre os cenários futuros que se descortinam. As principais informações extraídas dessas classificações são (i) que a evolução terrestre – e das mais variadas formas de vida – é longa e dinâmica em relação ao tempo de existência humana e, principalmente, (ii) que foi na curtíssima Época do Holoceno que saímos das cavernas para as viagens espaciais e mergulhamos nas crises ecológicas.

A "Grande Aceleração"

A capacidade crescente dos humanos de manipular, modificar e administrar a natureza a seu favor caracterizou a história humana ao longo do Holoceno (Paglia, 2015). Essa manipulação incessante se intensificou com o início da Revolução Industrial na Inglaterra. Ela é uma das transições mais decisivas da história da humanidade e é central para entender os efeitos dessa transição sobre o sistema terrestre, devido ao consumo intenso e exacerbado de recursos naturais. Esse período aberto pela Revolução Industrial leva a uma grande transformação do sistema terrestre e merece ser chamada pela expressão "Grande Aceleração".

A expressão tenta capturar a maneira abrangente e interligada, contemplando simultaneamente as esferas socioeconômicas e biofísicas do planeta, pela qual se manifestam o crescimento e a expansão das atividades humanas entre a Revolução Industrial e o fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Houve uma aceleração significativa no consumo de recursos naturais, um forte crescimento econômico e notáveis mudanças demográficas (Steffen et al., 2015). Uma marca notável do período é a enorme expansão no uso de combustíveis fósseis – primeiro o carvão, depois o petróleo e o gás natural (Steffen *et al.*, 2007).

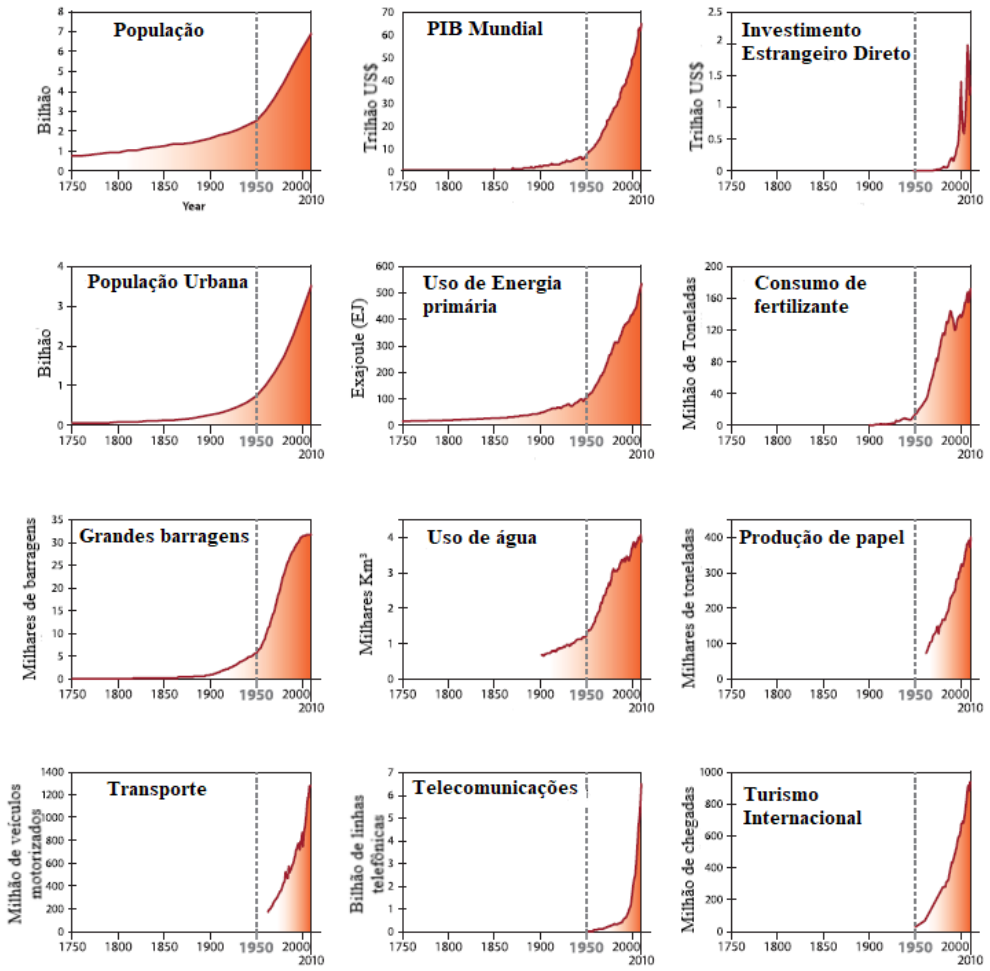
O uso dos combustíveis fósseis trouxe para a humanidade uma fonte nova e potente de energia que impulsionou o crescimento econômico ao facilitar o aumento da produção industrial. Nas primeiras décadas da Revolução Industrial, a máquina a vapor utilizou o carvão para aquecer a água e assim gerar vapor que impulsionava os motores, substituindo o trabalho manual humano e o trabalho animal. Depois de 1945, já ao longo da década de 1950, houve a descoberta de grandes depósitos de petróleo e gás natural que viabilizou a oferta abundante e barata de várias modalidades de combustíveis fósseis para produzir energia e movimentar máquinas. No entanto, a queima desses combustíveis emite inevitavelmente dióxido de carbono (CO_2), e a disseminação do uso desses combustíveis em escala global é o principal responsável pelo atual quadro de aquecimento global e mudanças climáticas.

Se, por um lado, o uso dos combustíveis fósseis foi fundamental para a aceleração econômica que resultou em melhorias na expectativa de vida para os seres humanos, por outro, ele estimulou o crescimento populacional, a urbanização e a industrialização. Isso tudo fez da busca pelo crescimento econômico a qualquer custo uma característica dominante de quase todos os países. As atividades produtivas crescem em ritmo acelerado. É importante ressaltar que a maior parte do crescimento populacional, desde 1950, tem ocorrido fora dos países-membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE[2]). No entanto, a economia mundial (medida pelo Produto Interno Bruto – PIB) e, consequentemente, o consumo, continuam sendo fortemente dominados pelos países desse bloco econômico (Steffen *et al.*, 2015).

Steffen et al. (2015) destacam 12 indicadores-chave que ilustram a aceleração das atividades humanas: população, PIB, investimentos estrangeiros, população urbana, uso de energia primária, consumo de fertilizantes, grandes barragens, consumo de água, produção de papel, número de veículos motorizados fabricados por ano (transporte), telecomunicações e turismo internacional. Os gráficos para cada um desses indicadores-chave constam na Figura 4.

2 OCDE é uma organização mundial com 38 países-membros. Reúne as maiores economias mundiais e alguns países emergentes. Os países-membros são, em ordem alfabética: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Colômbia, Coreia, Costa Rica, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia, Suíça e Turquia.

Figura 4 – A "Grande Aceleração": indicadores socioeconômicos



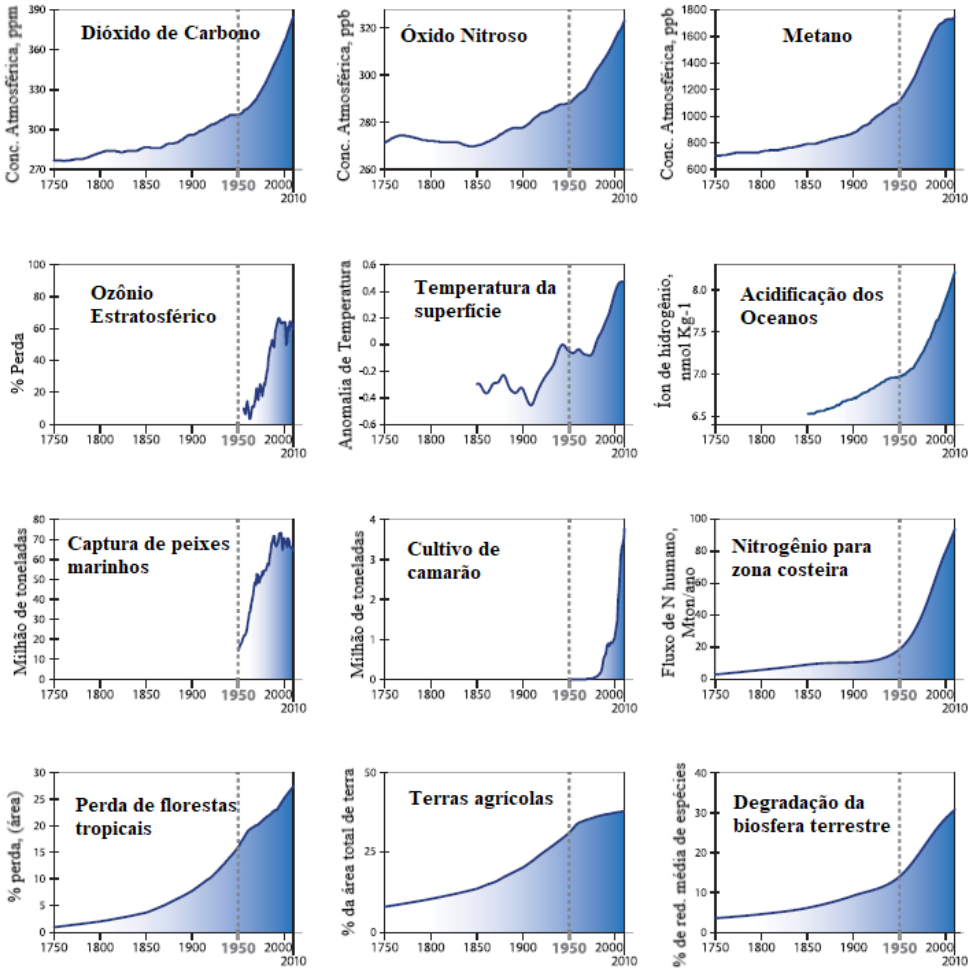
Fonte: Steffen et al. (2015)

As representações gráficas dos indicadores-chave na Figura 4 assumem o formato aproximado da letra "J". Em todos os casos as curvas que ascendiam antes de 1950 ou começam a ascender em 1950 registram o crescimento exponencial das atividades humanas.

O avanço contínuo e acelerado de tecnologias, instituições e ciência tornou parcelas da humanidade mais independentes de ambiente biofísico do que nos estágios anteriores de seu desenvolvimento (Paglia, 2015). Contudo, foi esse mesmo avanço que levou à modificação do meio natural de forma nunca vista antes. O fato é que a Terra está se movendo rapidamente para um estado menos biologicamente diverso, menos florestado, mais quente e provavelmente mais úmido e tempestuoso (Steffen *et al.*, 2007).

A população mundial teve melhorias na sua qualidade e na sua expectativa de vida, mas o planeta sofreu um custo notável. A Figura 5 inclui gráficos que registram como esse custo se expressa na grande aceleração e no crescimento exponencial de um segundo grupo de indicadores desde 1750, referentes ao sistema terrestre: dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, ozônio estratosférico, temperatura da superfície, acidificação dos oceanos, captura de peixes marinhos, cultivo do camarão, nitrogênio para zona costeira, perda de florestas tropicais, expansão das terras cultivadas e degradação da biosfera terrestre. De novo vemos que as curvas de crescimento, mesmo quando cresciam antes de 1950, assumiram então um caráter exponencial.

Figura 5 – A "Grande Aceleração": outros indicadores



Fonte: Steffen et al. (2015)

Os gráficos das Figuras 4 e 5 permitem perceber que há uma correlação entre os indicadores socioeconômicos e o sistema terrestre. Embora não haja como negar o crescimento da expectativa de vida e da qualidade de vida dos seres humanos, nem que os seres humanos vinham impactando o ambiente natural há muito mais tempo, a situação atual é de mudanças sem precedentes em termos de escala e intensidade. Essas mudanças ocorreram de forma exponencial e não condizem com a capacidade de regeneração da Terra. As evidências documentam a transformação ambiental causada pelos seres humanos em uma taxa e magnitude sem precedentes (Steffen ***et al.***, 2015) e mostram que a pressão humana continua a crescer rapidamente e a se expandir espacialmente (Paglia, 2015).

Aqui cabe uma ressalva: não faz sentido considerar os seres humanos como um bloco único, como se todos fossem responsáveis – de forma única e linear – pela degradação do planeta. A grande aceleração, conforme definida anteriormente, foi impulsionada por uma pequena fração da população humana – nos países ditos "desenvolvidos" ou Norte Global. Em 2010, os países da OCDE eram responsáveis por 74% do PIB global, mas os seus habitantes eram apenas 18% da população mundial, ou seja, conforme o sistema terrestre é pressionado pela atividade humana, a maior parte dessa pressão vem dos países da OCDE. Isso revela como a desigualdade global entre os países distorce a distribuição dos impactos da "grande aceleração" e confunde os esforços para lidar com os seus impactos sobre o sistema

terrestre (Steffen *et al.*, 2015). Os 38 países da OCDE são os maiores consumidores dos recursos naturais. No entanto, os países que mais sofrem com os impactos e com a degradação do meio ambiente são os mais vulneráveis – os chamados países do Sul Global.

Uma nova Época: o Antropoceno

As atividades humanas atingiram um nível tal que os cientistas avaliam que suas ações têm o potencial de danificar os sistemas que mantiveram a Terra em um estado relativamente estável durante a Época do Holoceno (Rockström *et al.*, 2009). As diversas manifestações das ações humanas poderão deslocar o sistema terrestre e colocá-lo fora do estado ambiental do Holoceno, com consequências prejudiciais ou até catastróficas para os habitantes de muitas partes do mundo (Rockström *et al.*, 2009). Essa constatação levou muitos cientistas a sugerir, em diversos contextos, que talvez estejamos transitando para uma nova época geológica.

Paul Crutzen e Eugene Stoermer, em artigo publicado em 2000, listam diversas terminologias que apontam "as atividades da humanidade como uma nova força telúrica cujo poder e universalidade podem ser comparados às maiores forças da terra". Eles citam o cientista italiano Antonio Stoppani (1824-1891), que em 1873 propôs pioneiramente a noção de uma "era antropozoica". Reconhecem ainda os trabalhos do geólogo russo Vladimir Vernadsky (1863-1945) que, em 1926, juntamente com os franceses Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) e Édouard Le Roy (1870-1954), propuseram o termo "noosfera" para destacar o papel cada vez mais relevante das capacidades intelectuais e das habilidades tecnológicas humanas na construção do seu futuro e na transformação do ambiente .

Foi a partir desse mesmo artigo que o termo "Antropoceno", cunhado na década de 1980 pelo biólogo norte-americano Eugene Stoermer (1934-2012), ganhou popularidade:

> *Considerando esses e vários outros impactos crescentes das atividades humanas na terra e na atmosfera, que acontecem em todas as escalas possíveis – inclusive global –, parece-nos mais do que apropriado enfatizar o papel central da humanidade na geologia e na ecologia propondo o uso do termo Antropoceno para a época geológica atual. Os impactos das atividades humanas vão continuar por longos períodos (Crutzen; Stoermer, 2000).*

Para enfatizar a ideia de que as ações antropogênicas se tornaram a principal força impulsionadora das mudanças ambientais globais, consolidou-se a noção de que vivemos uma nova época geológica e de que ela deveria se denominar "Antropoceno": a época dos humanos. O termo é construído a partir da justaposição do prefixo grego "antropo" (humano) e do sufixo "ceno" (as épocas geológicas), reproduzindo assim o padrão de nomenclatura estabelecido pela geologia.

Apesar de muitos cientistas usarem informalmente o termo Antropoceno há cerca de 20 anos, ele ainda não foi ratificado oficialmente pela **União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS, na sigla em inglês). No entanto, há estudos em curso sobre as evidências geológicas que possam levar à sua formalização**. Em 2019, surgiu "Grupo de Trabalho do Antropoceno" (*Anthropocene Working Group* – AGW). Constituído em 2009 dentro da IUGS, reconhece que:

> *O Antropoceno [deve ser] considerado formalmente como uma unidade cronoestratigráfica com início aproximado na metade do século XX. A partir dessa votação, essa passou a ser considerada a posição oficial do Grupo de Trabalho que irá guiar o trabalho subsequente de analisar as evidências científicas para estabelecer um marcador geológico adequado (Silva et al., 2020, p. 506).*

Esse GT é composto por uma equipe interdisciplinar de 36 acadêmicos, oriundos de diferentes campos disciplinares – geologia, química, biologia, arqueologia e história.

No campo acadêmico da geologia há, portanto, pesquisadores que reconhecem evidências suficientes do ponto de vista da estratigrafia para marcar o início de uma nova época geológica, posterior ao Holoceno. Estudos diversos vêm tentando determinar precisamente quando se daria esse início. Isso tem gerado confusões e alimentado diferentes propostas para o marco inicial do Antropoceno, propostas essas que variam desde o fim da era glacial até a década de 1960.

Silva *et al.* (2020) explicam didaticamente que a transição do Holoceno para o Antropoceno se deu de forma gradual, desde o início da domesticação das plantas e dos animais, há 10.000 anos, passando pela formação de solos antrópicos, pelas grandes navegações e "as suas dramáticas consequências, não só para a vida dos habitantes das Américas como para a globalização e homogeneização das espécies, doenças e rotas comerciais" (p. 508). Essas mudanças se intensificam com as atividades produtivas desencadeadas pela Revolução Industrial (quando o gás carbônico começou a se acumular na atmosfera) e mais ainda pela "Grande Aceleração". No entanto, para marcar o início de uma Época geológica, as evidências exigidas pelos padrões científicos da geologia são as "assinaturas químicas e físicas deixadas nas rochas e outros estratos geológicos ou de fósseis, sendo escolhido um marcador (*golden spike*) que indique claramente o marco inicial e que esteja relacionado a outros indicadores auxiliares sincrônicos em escala global" (p. 508). Nesta perspectiva, os debates da geologia contemporânea apontam que os testes de armamentos nucleares iniciados na década de 1950 constituem as evidências estratigráficas mais contundentes para justificar a necessidade de definir uma nova época geológica.

O Antropoceno como "discurso" e as suas críticas

O termo Antropoceno ganhou muita popularidade ao longo da última década, ganhou força retórica e superou os limites dos debates estritamente geológicos. Ele foi incorporado a diversas outras arenas. O Antropoceno congrega um conjunto de ideias que veicula e enraíza certos pressupostos sobre a relação sociedade-natureza (Crist, 2022). Nesse sentido, o termo se distingue dos nomes dados às outras épocas do tempo geológico, pois carrega conotações que vão além do campo científico da geologia e entram no campo da política (Hartley, 2022).

Todo um campo de expressão crítica se consolidou na medida em que cresce a popularidade do termo Antropoceno. Contudo, vale ressaltar que, de forma geral, as abordagens críticas não questionam o principal fundamento do Antropoceno enquanto "marca estratigráfica dos humanos [...] perceptível para geólogos do futuro" (Crist, 2022, p. 36). As críticas podem ser divididas em duas grandes linhas de reflexão: uma linha que destrincha e critica o "discurso do Antropoceno" como promotor de uma visão antropocêntrica e homogeneizadora da humanidade, e outra que usa o "discurso do Antropoceno" como ponto de partida para promover novas compreensões e alternativas, para repensar o papel da humanidade no planeta e assim enfrentar a crise socioambiental atual.

De acordo com Crist (2022), o termo Antropoceno "está sendo usado de forma ampla e muitas vezes despreocupada [...] porque tem um apelo instantâneo às pessoas que estão cientes do escopo do impacto da humanidade na biosfera" (p. 36). No entanto, adverte ela, "nomear uma época tendo nós mesmos como referência [...] não é nem um movimento conceitual útil, nem uma obviedade empírica, mas, em vez disso, espelha e reforça a visão de mundo antropocêntrica que gerou o 'Antropoceno'" (p. 35).

A crítica ao "discurso do Antropoceno" parte da constatação de que o termo é paradigmático da forma como o mundo moderno organizou as relações entre humanos e não humanos: reproduz e naturaliza todos os esquemas de pensamento e de ação que conduziram à "crise socioambiental" (Moore, 2022). Com base em um discurso aparentemente apolítico (Hartley, 2022), o "discurso" do Antropoceno internaliza diversos fundamentos considerados característicos da modernidade e problemáticos do ponto de vista da relação entre as sociedades e a natureza.

Um dos pontos centrais da crítica é o teor altamente antropocêntrico do termo: por mais que o Antropoceno veicule a compreensão de que o ser humano é o responsável pela degradação ambiental, entende-se que, ao mesmo tempo, ele proclama a ideia de que o ser humano pode também ser o seu próprio "salvador". Essa ideia tem duas dimensões: primeiro, alude e critica a primazia da tecnologia, apresentada como uma das principais soluções para enfrentar a crise ambiental. Segundo, critica a ideia de que é o ser humano que teria a prerrogativa de orquestrar a vida, humana e não humana, no planeta Terra. Essas duas dimensões contribuem para alimentar a ideia da superioridade humana sobre os outros elementos do planeta, sugerindo que os seres humanos têm um lugar à parte nos ecossistemas (Costa, 2022; Moore, 2022). Ao mesmo tempo, ao ignorar o Antropoceno, a sociedade se esquiva de qualquer culpa e responsabilidade pela crise ambiental. Restaria a ela somente a adaptação em relação às mudanças do clima e outras disfunções.

Entre outras críticas frequentes, há uma compreensão de que o termo "Antropoceno" homogeneíza a humanidade, encobrindo as relações de poder, de classe, de raça e de gênero que moldam as sociedades (Haraway; Tsing, 2019; Hartley, 2022). Ao não expressar a diversidade dos seres que compõem as sociedades, o termo oculta as relações de exploração e de opressão que existem entre os humanos e entre os humanos e a natureza. Além disso, o termo sugere implicitamente que todos os humanos têm a mesma responsabilidade na degradação ambiental e que todos eles usufruem dos "recursos naturais" da mesma forma. Assim, ao tratar os "humanos" como algo único e monolítico, ignora-se o fato de que "a Grande Aceleração" foi, até muito recentemente, quase inteiramente impulsionada por uma pequena fração da população humana – de países ditos "desenvolvidos", aqueles que pertencem ao "clube da humanidade" (Krenak, 2019, p. 8 e 14).

Outros "cenos"?

Em um debate acalorado entre Tsing e Haraway (2019), antropóloga e filósofa, respectivamente, apontam para as conotações positivas e negativas do termo Antropoceno. Mesmo que ambas concordem sobre a crítica das lógicas que ele veicula, elas divergem nas suas estratégias críticas. Tsing defende que é importante manter o uso do termo, porém enriquecendo-o com novas conotações críticas, apontadas nos parágrafos acima. Por sua vez, Haraway defende que é mais oportuno introduzir novos termos para provocar a reflexão. Nesse sentido, Haraway dialoga com vários autores que, aproveitando a popularidade do termo Antropoceno, propõem outros "cenos": capitaloceno (Moore, 2015), plantationceno (Ferdinand, 2022; Haraway, 2016), antrobsceno (Parrika, 2014), econoceno (Norgaard, 2013), tecnoceno (Costa, 2021) e

machoceno (Raworth, 2014). Esses termos têm a mesma construção, valendo-se do sufixo "ceno", mas variando o prefixo de acordo com o conceito central que é usado para formular a crítica. Raworth (2014) propõe apelidar o Antropoceno de "mantropocene" (trocadilho em inglês a partir da palavra "man", e que poderia ser traduzido por "machoceno") ou de "norteceno" (em relação à prevalência de países do Norte Global nesse debate). Com "antrobsceno" e "econoceno", Norgaard (2013) e Parikka (2014) questionam a ética e a moralidade nas relações socioeconômicas; ao passo que o "tecnoceno" de Costa (2021) discute o impacto das tecnologias na mediação de nossas relações com o mundo.

Vale ressaltar que, ao propor esses neologismos, os autores não têm a pretensão de competir com o termo Antropoceno para a denominação de uma nova era geológica. Essencialmente, almejam alimentar o debate tornando explícitas as diversas dimensões que o termo Antropoceno oculta ou naturaliza. Hoje, os "outros cenos" mais consolidados são o "capitaloceno" e o "plantationceno".

Capitaloceno

Ao propor o termo "capitaloceno", Moore (2015) busca enfatizar o papel estruturante do capitalismo no mundo atual. Na sua perspectiva, o modelo econômico reflete como as relações entre os seres humanos e a natureza foram moldadas desde a época colonial, dentro de um sistema organizado não só por pessoas, mas por Estados, e que repousa sobre relações desiguais de poder, de gênero e de raça (Patel; Moore, 2017).

A proposta conceitual do capitaloceno está embasada na ideia do "barateamento" como lógica de construção das relações entre os grupos sociais, as estruturas que os organizam e o meio ambiente que os abriga. Patel e Moore (2017) identificam sete campos aos quais aplicam essa ideia: a natureza barata, o dinheiro barato, o trabalho barato, os cuidados baratos, os alimentos baratos, a energia barata e a vida barata. Para cada um deles, os autores demonstram como a lógica do "barateamento" ao mesmo tempo precifica os elementos e, por esse mecanismo, os degrada ou inferioriza em um sentido ético-político, contribuindo para um esvaziamento da vida.

Plantationceno

O termo "Plantationceno" vem da justaposição do termo *"plantation"* (em inglês e francês) ao sufixo grego "ceno". A palavra *plantation* remete ao modelo de produção agrícola adotado nas colônias tropicais dos europeus nos outros continentes para dinamizar a exploração das terras colonizadas. Esse sistema, nas palavras de Ferdinand (2022), implicou a destruição ambiental massiva das formações vegetais das ilhas caribenhas (e de muitos outros lugares) e a sua transformação em uma colcha de retalhos de plantações de café, algodão, cana-de-açúcar, índigo, etc. (p. 58). Associadas à imposição desse modelo, o autor identifica três formas de imperialismo (ecológico, socioeconômico e político, e ontológico) que subjugam os humanos a uma concepção particular do que é a Terra, de quem é a humanidade que a compõe e de como se deve viver nela.

Aplicado à realidade contemporânea, o termo *plantation* ganha uma nova vida conceitual a partir da constatação de que as lógicas exploratórias do modelo colonial persistem. O conceito entra em consonância direta com o campo conceitual do (neo)extrativismo (Svampa, 2019). Esse campo se expressa no Brasil, por exemplo, na análise do modelo agrário extrativista (monocultural), baseado na assimetria das interações interpessoais, na simplificação dos plantios, das plantas e das paisagens, na aceitação ampla das máquinas e da tecnologia (Haraway; Tsing, 2019).

O Antropoceno como ponto de partida para novas utopias

> *E minha provocação sobre adiar o fim do mundo é exatamente sempre poder contar mais uma história. Se pudermos fazer isso, estaremos adiando o fim. [...]*
>
> *O fato de podermos compartilhar esse espaço, de estarmos juntos viajando não significa que somos iguais; significa exatamente que somos capazes de atrair uns aos outros pelas nossas diferenças, que deveriam guiar o nosso roteiro de vida (Krenak, 2019, p. 27 e 33).*

Quando Krenak (2019) nos provoca a ter "novas ideias para adiar o fim do mundo", e o faz em tom crítico ao desenvolvimento sustentável, ao Antropoceno e até à "humanidade", ele propõe que renunciemos a duas ideias. A primeira é que o futuro da Terra só possa ser pensado a partir da matriz filosófico-conceitual do "desenvolvimento sustentável", na qual a tecnologia e o progresso econômico são duas balizas fundamentais para enfrentar os problemas atuais. A outra ideia a descartar é que o futuro só começa em um "amanhã" hipotético, que ainda temos margem para que as próximas gerações conduzam as mudanças necessárias. Assim, quando ele nos diz que "o futuro é agora", ou, melhor, que "o futuro é ancestral", ele nos convida a olhar para as maneiras pelas quais pequenos grupos se mantêm no mundo, como aqueles da "sub-humanidade" "sobrevivem ao fim do mundo há 500 anos", a partir de cosmovisões próprias, e que concebem, notadamente, a relação com a natureza sob outras bases (Krenak, 2019). Esse convite de Krenak dialoga diretamente com a proposta de Haraway de adentrarmos o "chthuluceno". A época "*cthulhu*" é formada por novas utopias, nas quais "diferentemente dos dramas dominantes do discurso do Antropoceno e do Capitaloceno, seres humanos não são os únicos atores importantes [...]. A ordem está, na verdade, invertida: seres humanos estão com e na Terra, e as outras forças bióticas e abióticas dessa Terra são a história principal" (Haraway, 2022, p. 100-101).

Na última década, várias expressões ganharam destaque para expressar o que Moore (2022) chama de "outros ventos conceituais": trata-se de outros paradigmas de pensamento que defendem que o futuro do planeta e, especialmente, dos humanos no planeta, depende de transformações profundas, que alcancem as estruturas sociais, econômicas, políticas e ontológicas que prevalecem atualmente. Essas "alternativas sistêmicas" (Solón, 2019) têm diversos nomes, que se distinguem, voluntariamente ou não, do debate do Antropoceno. Algumas fazem referências a possibilidades utópicas, outras retratam experiências vividas.

Entre as nomeações situadas embaixo desse grande guarda-chuva, citamos primeiro o conceito de "biointeração", proposto pelo quilombola Antonio Bispo, como contraproposta ao desenvolvimento sustentável e com ideal de vida enraizado na sabedoria quilombola (Santos, 2018, 2023). Por sua vez, o "bem-viver" é uma proposta

filosófico-política ancorada nas cosmovisões indígenas andinas e amazônicas (Acosta, 2016). Ambos são exemplos para pensar concretamente o "pluriverso" proposto por Escobar (2014, 2016), que defende as lutas por territórios que sustentam projetos de vida diferenciados, construídos com base em concepções próprias de desenvolvimento, formas próprias de organização e cosmovisões próprias, representações específicas das relações entre humanos e não humanos. Essas propostas defendem que é justo e necessário buscar estar no mundo, mesmo permanecendo fora do "projeto moderno de um mundo que procura transformar os muitos mundos existentes num só" (Escobar, 2016). Mais do que isso, defendem que as possibilidades de "adiar o fim do mundo" dependem da possibilidade de fazer acontecer um mundo no qual caibam vários mundos (Escobar, 2021; Krenak, 2019).

Sem a pretensão de compor lista exaustiva, Moore (2022) ensaia uma lista de princípios comuns a essas propostas de outros "cenos": a distribuição mais justa do poder e da riqueza; a solidariedade; a reciprocidade; perspectivas relacionais e complementares entre humanos e não humanos (ontologia relacional); perspectivas não lineares; críticas ao "futuro" como horizonte globalizante; a refutação de dualismos e do universalismo; e a interculturalidade.

Conclusão

Em que pese o longo tempo de existência e de evolução da Terra e das formas de vida, a tabela cronoestratigráfica e o calendário cósmico nos ajudam a compreender o quão rapidamente saímos, como humanos, das cavernas para vivenciar as atuais crises ecológicas. Conjuntos diversos de dados atestam que o sistema terrestre está em desequilíbrio. Essa situação é provocada especialmente por países da OCDE e é sentida com maior dureza pelos povos e nações mais vulneráveis. Apontar esse quadro resultou nas nossas reflexões em torno da ideia do Antropoceno, que tem ganhado popularidade por causa do seu alto poder autoexplicativo, mas também em função da crítica que ele permite formular.

Agora que já não é mais o caso de questionar se existem ou não evidências da existência do Antropoceno, parece oportuno pensar sobre como enriquecer o termo com novas conotações. Será o caso de desencadear uma "guerra de denominações" (Santos, 2023), semeando novas palavras? No entanto, a palavra guerra traz em si as ideias desnecessárias de polarização e de antagonismo e se contradiz com a busca de libertação dos universalismos globalizantes.

REFERÊNCIAS

» ACOSTA, A. O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

» BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

» COSTA, A. O Antropoceno é o nosso tempo. In: MOULIN et al. Habitar o Antropoceno. Belo Horizonte: UFMG/BDMG Cultural/Cosmópolis, p. 42-67, 2022. Disponível em: https://bdmgcultural.mg.gov.br/wp/wp-content/uploads/2022/02/bdmg-cultural-livro.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

» COSTA, F. Tecnoceno: algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida. São Paulo: Taurus, 2021.

» CRIST, E. A pobreza da nossa nomenclatura. In: MOORE, J. (Org.). Antropoceno ou Capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

» CRUTZEN, P.; STOERMER, E. O antropoceno. Piseagrama, Belo Horizonte, seção Extra!, 06 nov. 2015. Disponível em: https://piseagrama.org/extra/o-antropoceno/. Acesso em: 10 out. 2024.

» ESCOBAR, A. Sentipensar con la tierra: nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia. Medellín: Ediciones UNAULA, 2014.

» ESCOBAR, A. Territórios de diferença: a ontologia política dos “direitos ao território”. Climacom, v. 3, n. 6, 2016.

» ESCOBAR, A. Reframing civilization(s): from critique to transitions. Globalizations, 2021. DOI: 10.1080/14747731.2021.2002673.

» FERDINAND, M. Uma ecologia decolonial: pensar o mundo a partir do mundo caribenho. São Paulo: Ubu Editora, 2022.

» HARAWAY, D.; TSING, A. Reflections on the Plantationocene: a conversation with Donna Haraway and Anna Tsing. Blog Edge Effects, 2019. Disponível em: https://edgeeffects.net/haraway-tsing-plantationocene/. Acesso em: 10 out. 2024.

» HARAWAY, D. Antropoceno, Capitaloceno, Plantationceno, chthuluceno: fazendo parentes. Climacom, v. 3, n. 5, 2016.

» HARAWAY, D. Ficar com o problema: Antropoceno, Capitaloceno, Chthuluceno. In: MOORE, J. (Org.). Antropoceno ou Capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

» HARTLEY, D. Antropoceno, Capitaloceno e o problema da cultura. In: MOORE, J. (Org.). Antropoceno ou Capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

» KRENAK, A. Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

» LEWIS, S.; MASLIN, M. Defining the Anthropocene. Nature, v. 519, p. 171-180, 2015.

» MOORE, J. W. Capitalism in the Web of Life: ecology and the accumulation of capital. London: Verso Books, 2015.

» MOORE, J. W. Introdução do livro Antropoceno ou Capitaloceno? In: MOORE, J. (Org.). Antropoceno ou Capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

» NORGAARD, R. B. The Econocene and the Delta. San Francisco Estuary and Watershed Science, v. 11, n. 3, 2013.

» PAGLIA, E. Not a proper crisis. Anthropocene Review, v. 2, n. 3, p. 247-261, 2015.

» PARIKKA, J. The Anthrobscene. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2014.

» PATEL, E.; MOORE, J. A History of the World in Seven Cheap Things: a guide to capitalism, nature, and the future of the planet. University of California Press, 2017.

» RAWORTH, K. Must the Anthropocene be a Manthropocene? The Guardian, 2014.

» ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, Å.; CHAPIN, F. S.; LAMBIN, E. F.; NYKVIST, B. A safe operating space for humanity. Nature, v. 461, n. 7.263, p. 472-475, 2009.

» SAGAN, C. Os dragões do Éden. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora, 1987.

» SANTOS, A. A terra dá, a terra quer. São Paulo: Ubu Editora, 2023.

» SANTOS, A. B. Colonização, quilombos: modos e significados. INCT Inclusão, 2018. Disponível em: https://repi.ufsc.br/sites/default/files/BISPO-Antonio-Colonizacao_Quilombos_Modos_e_Significados.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

» SILVA, C. da; ARBILLA, G.; MACHADO, W.; SOARES, R. Radionuclídeos como marcadores de um novo tempo: o Antropoceno. Química Nova, v. 43, n. 4, 2020.

» SOLÓN, P. Alternativas sistêmicas: bem-viver, decrescimento, comuns, ecofeminismo, direitos da mãe Terra e desglobalização. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

» STEFFEN, W.; BROADGATE, W.; DEUTSCH, L.; GAFFNEY, O.; LUDWIG, C. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. Anthropocene Review, v. 2, n. 1, p. 81-98, 2015.

» STEFFEN, W.; CRUTZEN, P. J.; MCNEILLTHE, J. R. Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? Ambio, v. 36, n. 8, 2007.

» SVAMPA, M. As fronteiras do neoextrativismo na América Latina. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

» VEIGA, J. E. da. O antropoceno e a ciência do sistema Terra. São Paulo: Editora 34, 2019.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A TRAJETÓRIA DE UM CONCEITO

Maurício Amazonas[1]
Tálita Floriano dos Santos[1]

Resumo

Este capítulo busca analisar a evolução histórica e diferentes interpretações contemporâneas acerca do conceito de desenvolvimento sustentável. O texto traz inicialmente a questão do desenvolvimento em si, em termos conceituais e históricos, buscando interpretar as suas próprias contradições. Em seguida, examina as mudanças e os novos sentidos que o advento da questão da sustentabilidade implica ao se acoplar ao conceito. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como se desdobrou a história do conceito de desenvolvimento? (ii) Qual foi o contexto da formulação do conceito de "desenvolvimento sustentável"? (iii) Quais são os posicionamentos atuais acerca do desenvolvimento sustentável?

Introdução

A questão ambiental, surgida depois da Segunda Guerra Mundial, especialmente nas décadas de 1960 e 1970, produziu um debate polarizado que pode ser resumido em três perspectivas distintas. A primeira é um "ambientalismo pessimista", nascido em círculos intelectuais, acadêmicos, ambientalistas e movimentos sociais, que trouxe críticas contundentes ao modelo vigente de crescimento econômico e populacional e à consequente pressão sobre os recursos naturais, chegando, em sua versão mais extrema, à defesa da ideia de "crescimento zero", em uma abordagem neomalthusiana[2].

Em oposição a essa visão pessimista, a segunda perspectiva é a de "otimismo tecnológico". Reagindo à ideia de que os recursos naturais estariam ameaçados de exaustão, o pensamento econômico convencional e o mundo empresarial passaram a sustentar a posição de que o crescimento econômico, combinado com inovação tecnológica direcionada à substituição de recursos escassos e à eficiência no seu uso, seria o caminho para superar os problemas ambientais. Essa visão procura minimizar a relevância dos problemas ambientais, argumentando que o próprio crescimento econômico traria as soluções, tornando desnecessárias regulações enérgicas pelo poder público.

A terceira perspectiva é conhecida como a "terceira via". O âmbito político e diplomático multilateral, especialmente a partir do sistema ONU, construiu um caminho de busca de reconciliação entre a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico. Essa via produziu os conceitos de ecodesenvolvimento e, subsequentemente, de desenvolvimento sustentável.

Durante os anos 1980, essa terceira via formulou o conceito de desenvolvimento sustentável (DS), que começou a se destacar como uma perspectiva capaz de integrar

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

2 A teoria neomalthusiana argumenta que o crescimento demográfico é responsável por ampliar a pobreza e o consumo dos recursos naturais. Ela se inspira na teoria malthusiana, formulada pelo britânico Thomas Malthus (1766-1834), que teve como ponto básico a preocupação com o crescimento populacional exacerbado.

as preocupações ambientais com o desenvolvimento econômico e social, numa abordagem mais holística e equilibrada das questões da modernidade. A partir dos anos 1990, o DS viu assim sua influência se expandir consideravelmente, consolidando-se como uma proposta que transcendeu as perspectivas polarizadas.

Isso porque a polarização entre aqueles que negligenciam a importância das questões ambientais e os que rejeitam a necessidade de desenvolvimento e crescimento não reflete completamente a complexidade do debate. A dinâmica é mais multifacetada do que uma simples dicotomia entre "pró" e "antidesenvolvimento". Com isso, o espaço para visões extremas veio diminuindo gradativamente à medida que a discussão em torno do DS se aprofundou e amadureceu (Sachs, 2002, 2004, 2009; Veiga, 2006, 2010).

O DS, enquanto conceito normativo emergente no âmbito político-diplomático, obteve sucesso entre os mais diferentes segmentos ao ser deliberadamente aberto e intrinsecamente contraditório, pois essas duas características permitiram a construção e a coexistência de diversas interpretações sobre o DS (Nobre; Amazonas, 2002). O DS não é uma ideia monolítica, e suas interpretações variam amplamente de acordo com diferentes interesses e contextos culturais, sociais e econômicos. E é exatamente essa sua polissemia que permite que o DS seja defendido por qualquer um que queira dizer sobre ele a seu modo. Além disso, sua polissemia permite também a existência de outras correntes de pensamento que questionam a própria premissa de um desenvolvimento linear e ilimitado, propondo modelos alternativos baseados em diferentes princípios, como decrescimento, economia circular, resiliência comunitária, rupturas do sistema socioeconômico, entre outras.

Atualmente, há um entendimento crescente de que, apesar de ter se consolidado ao longo do tempo como uma ideia predominante (mesmo que interpretada de maneiras diversas), o conceito de DS não tem sido adequadamente respaldado pelos resultados do atual modelo econômico herdado da era neoliberal. A implementação de iniciativas voltadas à aquisição de sustentabilidade por dentro do atual modelo é restringida por estruturas políticas, interesses econômicos conflitantes e desafios institucionais. Isso põe em xeque a própria condição de terceira via do DS, pois as suas aspirações entram em conflito com a realidade da governança global e das pressões dos interesses ancorados no crescimento econômico.

Por isso, é crucial discutir como evoluíram o conceito de desenvolvimento e as diferentes abordagens e visões sobre o DS para explorar as nuances e complexidades que existem entre estas. Para tanto, este capítulo, além desta introdução, apresenta as seguintes seções: (i) a evolução do conceito de desenvolvimento, (ii) origens e caminhos do DS, (iii) visões do desenvolvimento sustentável e, por fim, as (iv) considerações finais.

A evolução do conceito de desenvolvimento

Desenvolvimento significa, etimologicamente, "des-envolver", o contrário de "envolver". O "envolvimento" é entendido aqui como invólucro, envoltório, envelope, amarras. Assim, desenvolver significa literalmente desembrulhar, desenvelopar, desamarrar, ou seja, retirar restrições e empecilhos de modo a permitir que um ente ou sistema possa se realizar em sua plenitude[3]. Tal conceito, originado das ciências naturais no século XIX, irá transpor-se para a economia na primeira metade do século XX.

3 Note-se que este é o sentido do conceito em diferentes idiomas.

Contudo, a busca do entendimento do desenvolvimento socioeconômico enquanto processo leva a compreendê-lo bem antes no tempo, mesmo que então ainda não recebesse tal denominação, e sim a de progresso. A partir de meados do século XVIII, com a consolidação do modo de produção capitalista enquanto capitalismo industrial (I Revolução Industrial), com as revoluções burguesas e com as transformações culturais a partir do Iluminismo, o ideal de progresso, antes visto como um progresso material e espiritual do ser humano em geral e em abstrato, agora passa a ser visto como um progresso socioeconômico conduzido pelas forças burguesas do mercado e da república como ideais.

Mais de um século depois, com a consolidação dos efeitos da II Revolução Industrial na progressiva constituição de uma economia fundada na industrialização pesada, o conceito de desenvolvimento vai sendo paulatinamente transposto das ciências naturais para as ciências humanas na virada para o século XX. E será em sua segunda metade, após a II Guerra Mundial, que esse conceito será amplamente adotado e divulgado como um novo valor constitutivo daquela nova época, até vir a ser transformado e ressignificado com o advento do neoliberalismo, quando tem seu conteúdo esvaziado, na teoria e na prática. Assim, a história do desenvolvimento pode ser vista em algumas fases[4].

Fase 1: O capitalismo industrial e o progresso como ideologia

A constituição do capitalismo industrial e as revoluções burguesas do século XVIII consolidaram a visão iluminista do progresso, baseado na liberdade econômica, na razão instrumental e na Revolução Industrial impulsionando o bem comum. Consolida-se a assim chamada Modernidade, tendo-se como um de seus pilares fundamentais a crença no progresso ilimitado e virtuoso.

No contexto das profundas mudanças que ocorriam na Europa e especialmente na Inglaterra a partir do processo de industrialização, diferentes pensadores dedicaram-se a entender e sistematizar o funcionamento do sistema capitalista e o sentido da sua dinâmica de progresso, vindo a constituir o que passou a ser conhecido como Economia Política Clássica. Para além de exaltarem as virtudes do progresso capitalista, também buscaram identificar as limitações a este. Adam Smith, por exemplo, identificando as possibilidades de limitação do ciclo virtuoso do progresso por razões concorrenciais, David Ricardo identificando por razões distributivas, Thomas Malthus identificando em razão do crescimento populacional, enquanto Karl Marx pela própria contradição interna ao capitalismo posta pela exploração do trabalho pelo capital.

A euforia dos primeiros tempos da industrialização sob a égide do liberalismo logo passou a encontrar seus primeiros revezes. As condições precárias de vida dos trabalhadores industriais na Europa durante o século XIX e as desigualdades sociais alavancaram o surgimento de ideais socialistas e social-democratas. A chamada Primavera dos Povos, em 1848, mesmo ano do lançamento do Manifesto Comunista, ao mesmo tempo que difunde para a Europa o espírito revolucionário burguês liberal também infunde fortes sentimentos e princípios socialistas e nacionalistas.

O período que se segue, contudo, será marcado pela II Revolução Industrial, que lançará o capitalismo em um novo estágio, inaugurando a era do petróleo e da industrialização pesada.

4 Para uma leitura mais detalhada da história do desenvolvimento, veja-se por exemplo a obra clássica de Rist (2008).

Fase 2: Novas faces do Progresso: industrialização pesada, socialismo, social-democracia e nacionalismos

A II Revolução Industrial, promovendo profundas transformações pelos adventos do uso do petróleo como base energética, o motor a explosão, a eletricidade, o automóvel, a metalurgia, a petroquímica e a indústria bélica, consagra o capitalismo como modo de produção e modo de vida. Contudo, e como contraparte, ao lado do liberalismo enquanto valor, a produção em grande escala da industrialização pesada também produz desigualdades que agudizam as condições das classes trabalhadoras e impulsionam ideais e movimentos socialistas e social-democratas.

Como reação a tais movimentos, as reformas sociais iniciadas nas décadas de 1870-80, na Alemanha unificada durante o governo de Otto von Bismarck (1815-1898), deram origem a uma série de políticas que foram adotadas em vários países. Essas políticas incluíam a previdência social, a democratização da educação, reformas agrárias, a extensão do direito de voto às mulheres e o seguro-desemprego (Bursztyn; Bursztyn, 2013). Essas medidas marcaram a institucionalização das primeiras políticas social-democratas na Europa.

Também como decorrência da II Revolução Industrial, a Europa assiste a um forte período de fortalecimento dos estados nacionais, dos sentimentos nacionalistas, da militarização e da consolidação de impérios, e da expansão colonial destes. De tal quadro produziu-se o contexto que conduziu às duas guerras mundiais.

Fase 3: O Pós-Guerra e o Desenvolvimento

As guerras representaram uma profunda virada de página na história e mostraram o caminho desastroso a que a modernidade e o progresso conduziram, coroado com a bomba atômica. A ideia de um progresso infinito, virtuoso e benevolente, e provido livremente pelas próprias forças está posta em xeque. A nova geopolítica pós-guerra substitui a herança da era dos impérios e do neocolonialismo pela hegemonia dos EUA, seguido da URSS, e pela Guerra Fria, e por uma nova forma de ação sobre os países pobres. Uma repaginação será feita pela adoção de um novo conceito que entrará em cena: o Desenvolvimento.

A construção do Estado de Bem-Estar Social (*Welfare State*), cujas bases são já lançadas na Europa nas últimas décadas do século XIX, será alavancada no pós-guerra. Nos Estados Unidos, após a crise econômica de 1929, buscando-se reverter a Grande Depressão, inaugura-se um novo padrão de intervenção ativa do Estado na economia, baseada no planejamento e no investimento público, com a implementação do *New Deal* entre 1933 e 1937 pelo presidente Franklin Delano Roosevelt (1882-1945), inspirado pela abordagem de John Maynard Keynes (1883-1946).

Após a II Guerra, a esse novo padrão soma-se uma política internacional ativa de influência e hegemonia das duas superpotências sobre a Europa e os países do Sul Global, sob a alegação do auxílio a estes. É assim lançado o conceito de Desenvolvimento, tendo por marco histórico o discurso de posse do presidente dos EUA, Harry Truman (1884-1972), em 1949, no qual expressa e explicitamente é lançado o conceito e lhe é atribuído o devido sentido, assim como, enquanto contraface, lança o conceito de Subdesenvolvimento, relativo à condição de pobreza e dependência da maioria dos países, como algo a ser combatido. A partir desse ponto, o termo desenvolvimento passou a ser difundido como valor e intrinsecamente ligado ao papel do Estado, por meio da ação econômica e do planejamento, na consecução do bem-estar e na redução dos riscos e incertezas, tanto sociais quanto econômicas.

Essa perspectiva de desenvolvimento, baseada no keynesianismo e no Estado de Bem-estar Social, se coloca assim como um passo adiante em relação à visão clássica de progresso e se baseia nos seguintes pilares:

- *política e planejamento macroeconômico: o desenvolvimento resulta de uma ação política deliberada, diferentemente do progresso – este visto como algo natural e espontâneo. Isso implica que o próprio conceito de desenvolvimento é normativo.*

- *crescimento econômico: na macroeconomia keynesiana5, o crescimento econômico é condição essencial para o desenvolvimento; o Produto Interno Bruto (PIB), definido nessa macroeconomia, se torna o indicador central e objetivo privilegiado das políticas públicas.*

- *política social: o keynesianismo define que o Estado, para alcançar o desenvolvimento, deve investir na promoção social e na inserção econômica, criando um ambiente propício para o crescimento econômico e a formação de uma economia de pleno emprego, incentivando o consumo em massa.*

Assim, o modelo de desenvolvimento adotado nos "30 anos gloriosos" depois do fim da Segunda Guerra Mundial se definiu pelo crescimento econômico acelerado, a formação de sociedades de consumo em massa, a reconstrução social e econômica de países do Norte Global abalados pela guerra e o avanço imperialista sobre os países do Sul Global. Ancorado e impulsionando o paradigma produtivo da Segunda Revolução Industrial e da "era do petróleo", esse período ficou também conhecido como "a Grande Aceleração" (McNeill, 2014).

No entanto, esse modelo trouxe também contradições. Uma delas foi ampliar a disparidade entre os países. O crescimento baseado no consumo em massa e a expansão demográfica acelerada causaram graves impactos ambientais, resultando em preocupações que levaram à eclosão da crítica ambientalista nos anos 1960 e 1970.

Nos países do Hemisfério Sul, muitos recentemente independentes do domínio neocolonial, a promessa de desenvolvimento na nova ordem sob o imperialismo produtivo e comercial dos EUA logo exacerbou a dependência e a subordinação. Isso acirrou a luta política e ideológica entre esse modelo e o modelo comunista adotado na União das Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS.

Nos anos 1950 emergiu uma nova corrente de pensamento econômico centrada na Comissão Econômica para a América Latina e Caribe – Cepal, da ONU, denominada estruturalista ou cepalina. O estruturalismo fez uma interpretação crítica das condições de desenvolvimento, subdesenvolvimento e de dependência dos países do Sul Global (em desenvolvimento) em relação aos países do Norte Global (desenvolvidos). O economista brasileiro Celso Furtado (1920-2004) foi um líder dessa corrente, expondo com clareza essa crítica e denunciando o modo como o modelo de desenvolvimento se impõe pelos países do Norte Global e o caráter deletério deste para os países do Sul Global (Furtado, 1974).

5 John Maynard Keynes, considerado um dos mais importantes economistas de todos os tempos e o "pai da macroeconomia", revolucionou o pensamento econômico em meados do século XX, contestando os postulados do pensamento liberal clássico, demonstrando como o capitalismo do século XX exigia o papel regulador do Estado no seu centro.

Furtado caracterizou o desenvolvimento como um "mito", por ser apresentado ideologicamente, a partir dos países centrais, como algo positivo e por criar a ilusão de que os seus resultados positivos poderiam ser generalizados para os demais países. Furtado sustentava que, em realidade, o modelo de desenvolvimento acirraria a desigualdade entre países do Norte Global e Sul Global. Todavia, Furtado fora um dos maiores defensores do desenvolvimento, enxergando-o, para além do "mito", enquanto possibilidade de construção de caminhos próprios para que os países periféricos saíssem da condição de subdesenvolvimento. Ainda que utilizado pelos países centrais como estratégia de dominação, Furtado via no desenvolvimento um caminho de libertação e avanço social (Furtado, 1974, 1994).

Nas palavras de Furtado (2004),

> *[...] não é demais relembrar certas ideias elementares: o crescimento econômico, tal qual o conhecemos, vem se fundando na preservação dos privilégios das elites que satisfazem seu afã de modernização; já o desenvolvimento se caracteriza pelo seu projeto social subjacente. Dispor de recursos para investir está longe de ser condição suficiente para preparar um melhor futuro para a massa da população. Mas quando o projeto social prioriza a efetiva melhoria das condições de vida dessa população, o crescimento se metamorfoseia em desenvolvimento (Furtado, 2004, p. 484).*

Assim, a ideia de desenvolvimento reflete as próprias contradições do modelo econômico dos "30 anos gloriosos", contradições essas que conduziram à crise do modelo a partir do final dos anos 1970: o próprio sucesso econômico alcançado no período levou progressivamente a um maior empoderamento de setores econômicos – com destaque ao financeiro – que os levou a buscar o livre mercado e reivindicar autonomia em relação ao desenvolvimento baseado no Estado. Paralelamente, altos níveis de endividamento público foram se mostrando cada vez mais insuficientes e insustentáveis para a manutenção do modelo de desenvolvimento clássico baseado nos gastos e investimento públicos e política e planejamento macroeconômico. Assim, abriu-se o caminho para o surgimento do neoliberalismo.

Fase 4: Neoliberalismo e a Desconstrução do Desenvolvimento

A "era dourada" do desenvolvimento entrou em declínio a partir do final dos anos 1970. Não por seus insucessos e efeitos adversos (como o aprofundamento da desigualdade entre países e a destruição maciça dos recursos naturais e do meio ambiente), mas por ter alavancado a economia mundial a tal magnitude que os novos mercados passaram a contestar o modelo então vigente, que consideravam excessivamente centrado no Estado.

O modelo keynesiano/desenvolvimentista, tendo ensejado uma nova fase do capitalismo que assistiu a transnacionalização do capital produtivo e o início da do capital financeiro, que se espalhou e integrou, de forma assimétrica, os ditos países do Sul Global e aprofundando desigualdades, passa também então a assistir crises de sustentação do modelo, decorrentes de crescente endividamento público, desemprego e abastecimento de matérias-primas. Nesse sentido, destacam-se os dois choques do petróleo, em 1974 e 1979 respectivamente, que alteraram drasticamente o fluxo internacional do capital e estrangulou as economias dependentes desse recurso.

Os ideais liberais, colocados em segundo plano durante a era keynesiana, progressivamente se reconfiguram e se recolocam, conformando o que ganhou o nome de **neoliberalismo**. Eles se instalam passo a passo a partir de "experimentos" neoliberais (a começar no Chile), impulsionados especialmente pelo thatcherismo[6] na Inglaterra e pela *reaganomics*[7] nos EUA, amparados, no plano acadêmico, pela Escola de Chicago.

Ao contrário da abordagem keynesiana, na qual o Estado desempenha um papel central na regulação dos desequilíbrios econômicos, a nova corrente preconizava a combinação de desestatização, reduzindo o papel empreendedor do Estado, com a desregulamentação, reduzindo as restrições ao livre jogo das forças de mercado.

Após o 2º choque do petróleo, em 1979, mas principalmente em 1981 com o retorno do Partido Republicano ao poder nos EUA com a eleição de Ronald Reagan (1911-2004) e a ascensão do neoliberalismo (com forte influência da Escola de Chicago) no comando da política econômica, dá-se o choque dos juros dos EUA, reorientando o sentido dos fluxos de liquidez internacional e estrangulando os países do Sul Global ao triplicar suas já elevadas dívidas externas. O modelo keynesiano desenvolvimentista recebe um golpe fatal.

Ao longo da década de 1980, que para a grande parcela dos países do Sul Global foi conhecida como a "década perdida", será contudo para os países do Norte Global um período de francas transformações tecnológicas, especialmente nas áreas de informática, telecomunicações e automação industrial, com profundas transformações na esfera produtiva, no que ficou conhecido como III Revolução Industrial, e na esfera financeira, dando bases para a integração, alavancagem e desregulamentação dos mercados. No terreno da geopolítica, o período assiste à queda do muro de Berlim e colapso do comunismo e ao fim da Guerra Fria. Tais transformações engendraram o processo histórico conhecido por Globalização. Umbilicalmente associados, embora não sendo sinônimos, o Neoliberalismo e a Globalização constituem assim a fisionomia dessa nova era que vem a suceder o keynesianismo desenvolvimentista.

Contudo, o vocábulo desenvolvimento não é abandonado por essa nova ordem, e sim ressignificado. O modelo de desenvolvimento neoliberal-globalista introduz uma ambiguidade na própria compreensão do conceito de desenvolvimento. Os defensores da nova ordem neoliberal, embora criticassem componentes históricos do conceito "tradicional" de desenvolvimento, preservaram o termo desenvolvimento, mas redefiniram o seu sentido, movendo-o do âmbito público para o âmbito privado, do nacional para o internacional, e da esfera produtiva para a financeira. Essa "visão neoliberal de desenvolvimento" foi promovida por iniciativas de desregulamentação e integração dos mercados na rede global de comércio e finanças, relegando a um plano secundário o papel regulador das políticas públicas nacionais. Para Rist, um dos mais destacados estudiosos do desenvolvimento, o desenvolvimento neoliberal-globalista não é de fato desenvolvimento, e sim um "simulacro de desenvolvimento" (Rist, 2008, p. 211-225).

A reinterpretação neoliberal tem contradições próprias. Historicamente, a concepção de desenvolvimento reconhecia que as forças econômicas não garantem automaticamente o progresso social, demandando planejamento institucional. Assim, a redução do papel das instituições políticas em favor do livre mercado limita a geração de resultados benéficos para a sociedade. Diante disso, instituições mul-

6 Thatcherismo refere-se à ideologia e às políticas defendidas pelo Partido Conservador britânico, a partir da eleição de Margaret Thatcher (1925-2013) como líder do partido, em 1975, e, posteriormente, do programa implantado no período em que ela foi primeira-ministra (1979-1990).

7 Reaganomics é um termo que denota a política econômica adotada pelo presidente dos EUA, Ronald Reagan, cujos mandatos foram de 1981 a 1989. Essa política teve quatro pilares: redução do gasto público; redução do imposto de renda; redução dos impostos sobre os ganhos de capital; e redução da regulação sobre a economia.

tilaterais, como o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) e o Banco Mundial, intensificaram no período sua intervenção na promoção de políticas de desenvolvimento, especialmente em países do Sul Global, assim respondendo e ao mesmo tempo suplementando as limitações do modelo neoliberal-globalista, assim contraditoriamente auxiliando na sustentação deste.

Na era da globalização, a noção de desenvolvimento se transforma e se ressignifica em duas direções distintas. De um lado, o termo desenvolvimento é subsumido ao crescimento econômico global, conduzido pelas forças do mercado atuando agora integradamente em escala global.

De outro lado, enquanto o núcleo conceitual tradicional do desenvolvimento se enfraqueceu com o avanço do neoliberalismo, isso impulsionou o surgimento de novas abordagens e conceitos, como desenvolvimento humano, desenvolvimento sustentável, desenvolvimento local e desenvolvimento territorial. Essas perspectivas surgiram como respostas à contradição do modelo neoliberal-globalista e buscaram enfrentar as limitações deste, ora as questionando, ora as corrigindo.

O desenvolvimento sustentável, por exemplo, surgiu do reconhecimento da incapacidade do modelo neoliberal de produzir resultados socioeconômicos e ambientais desejáveis. Esse modelo, centrado no crescimento material e no consumo ampliado nos recursos naturais, é acusado de ser ambientalmente insustentável. Contudo, a própria ordem econômica neoliberal incorporou, a seu modo, este conceito de DS, apoiando-se na visão de otimismo de que o próprio mercado, por meio da inovação tecnológica, poderá conduzir à sustentabilidade.

A próxima seção aborda o histórico do conceito de desenvolvimento sustentável, das conferências internacionais aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), para em seguida discutir as diferentes visões e posições que emergem sobre as potencialidades e limitações do conceito.

Origens e caminho histórico do desenvolvimento sustentável

O padrão de desenvolvimento do período da grande aceleração trouxe consigo impactos sem precedentes sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. Sucessivos acidentes ambientais marcaram o período, como o *smog* londrino de 1952, o acidente da baía de Minamata (Japão) de 1956, contaminações por pesticidas, desmatamentos, extração de recursos naturais em escala exponencial e a explosão populacional. Nos anos 1960 e 1970, cientistas, meios intelectuais e movimentos sociais se engajaram numa crítica que deslocou a agenda do ambientalismo, antes de caráter mais ecológico e preservacionista, para a pauta dos problemas ambientais causados pelo modelo econômico.

Obras como *Silent Spring*, de Carson (1962), "*The Population Bomb*", de Ehrlich (1968), e "*The tragedy of the Commons*", de Hardin (1968), alcançaram grande impacto. Carson chamou atenção para os efeitos prejudiciais dos pesticidas sobre o meio ambiente, a fauna selvagem e a saúde humana. Ela ajudou a despertar a consciência pública para a necessidade de regulamentações ambientais rigorosas e da adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Ehrlich abordou o crescimento populacional acelerado e os seus potenciais impactos negativos, como o escasseamento de recursos, a degradação ambiental e a fome. Hardin introduziu o conceito de "tragédia dos comuns", destacando os desafios inerentes à gestão de recursos naturais de uso e propriedade comuns. Ele argumentou que, na ausência de regulamentos, os indivíduos que usam esses recursos tendem a enxergar apenas o seu próprio interesse, o que pode levar à degradação e exaustão desses recursos e ao prejuízo do bem-estar coletivo.

Mas foi a publicação em 1972 de *Limits do Growth*, coordenado por Dennis Meadows (1942-2001), que balançou os alicerces do debate. É considerado o primeiro estudo científico de grande envergadura que se dedicou à análise dos impactos ambientais globais do crescimento econômico e populacional e a apresentar projeções de cenários futuros e indicando pontos de colapso do sistema econômico planetário (Meadows *et al.*, 1972). A obra alimentou (em conjunto com demais obras do período) as perspectivas neomalthusianas de empobrecimento crônico e deu base a propostas de "crescimento zero".

Paralelamente e em resposta às perspectivas ambientalistas, a visão econômica mais convencional, especialmente a partir de renomados economistas, como Robert Solow (1924-2023), prêmio Nobel de Economia em 1987, construiu uma linha de abordagem oposta. Ancorada na crença otimista da eficiência e da inovação tecnológica crescentes no uso dos recursos naturais e na sua substituição por bens manufaturados, essa abordagem argumenta que a própria dinâmica do crescimento econômico por si será capaz de superar os obstáculos ambientais.

Refletindo em grande medida o debate polarizado da época entre ambientalistas pessimistas opositores do crescimento econômico e os otimistas defensores do crescimento econômico, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, assistiu a uma polarização entre países do Norte Global, defensores de medidas restritivas voltadas a garantir a maior integridade ambiental, e países do Sul Global, que temiam por terem suas possibilidades de desenvolvimento serem restringidas por imposições de ordem ambiental. Nesse contexto surgiu uma terceira abordagem como resposta à polarização ideológica entre países do Norte e Sul Global. Os países do Sul Global, muitos recentemente libertos de suas condições coloniais, desconfiavam das intenções dos Estados do Norte Global em relação às questões ambientais. Para superar essa tensão, o empresário canadense Maurice Strong (1929-2015) e o economista polonês Ignacy Sachs (1927-2023) introduziram o conceito de Ecodesenvolvimento, o qual estatui que o desenvolvimento econômico e o equilíbrio ambiental são compatíveis e mutuamente necessários, rompendo com as duas posições polarizadas, que partem de um mesmo pressuposto equivocado de que eles seriam incompatíveis. Ao propor uma abordagem equilibrada para enfrentar desafios globais, o Ecodesenvolvimento pode ser considerado precursor do desenvolvimento sustentável.

Em 1983, a ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida por Comissão Brundtland. A comissão, a partir de audiências realizadas com cientistas, técnicos, governantes e líderes sociais ao redor do mundo, produziu em 1987 o relatório denominado *Our Common Future*. Traduzido para muitas línguas e divulgado com apoio da ONU, esse texto foi responsável por popularizar o conceito de desenvolvimento sustentável. O texto o definiu como "o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades".

Em 1992, 20 anos depois da Conferência de Estocolmo, a ONU realizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Cúpula da Terra, Rio-92 ou Eco-92, cujo objetivo foi consolidar e implementar o conceito de desenvolvimento sustentável. Foi um dos grandes eventos diplomáticos da história: reuniu participantes de 178 Estados, 114 Chefes de Estado, 8.000 delegados e 3.000 ONGs. Os seus principais resultados foram a assinatura da Agenda 21, documento orientador de políticas de desenvolvimento sustentável para todos os países, e o lançamento das duas maiores convenções de caráter ambiental – a Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima (CQNUMC) e a

Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Estas passaram a organizar reuniões periódicas, as Conferências das Partes (COPs). A CQNUMC definiu um quadro para a cooperação internacional no combate às mudanças climáticas, enquanto a CDB foi criada para promover a conservação da diversidade biológica e a utilização sustentável de seus componentes.

Fruto de uma série de cúpulas multilaterais realizadas em New York, surgem em 2000 a Declaração do Milênio e os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM. Trata-se de oito objetivos de caráter global destinados a orientar a ação dos governos por 15 anos. Os objetivos reconhecem a urgência no combate à pobreza e às desigualdades. Em 2002, em Joanesburgo, aconteceu a Rio+10, conferência intermediária destinada a reavaliar e implementar as conclusões e diretrizes saídas da Rio-92, a monitorar o progresso na realização dos ODMs e a promover novas iniciativas para o desenvolvimento sustentável.

Essas iniciativas e conferências resultaram de esforços contínuos da comunidade internacional para abordar os desafios ambientais e sociais globais e promover práticas sustentáveis de desenvolvimento em todo o mundo. Vinte anos após a Rio-92, em 2012, ocorre novamente no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, chamada Rio+20, visando avaliar o progresso obtido e desenhar novos caminhos para alcance de resultados. Essa conferência buscou lançar as bases de uma ação global, expressa no documento "O Futuro que Queremos" e na constituição de um grupo de trabalho para construção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODSs. Em 2015, esse grupo de trabalho lançou os ODSs, que foram avalizados por 193 representantes de Estados-membros da ONU. Eles incluem medidas ousadas e transformadoras para promover o desenvolvimento sustentável nos 15 anos seguintes (até 2030). Os ODSs abarcam 17 objetivos e 169 metas para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta. Eles estão ilustrados na Figura 1.

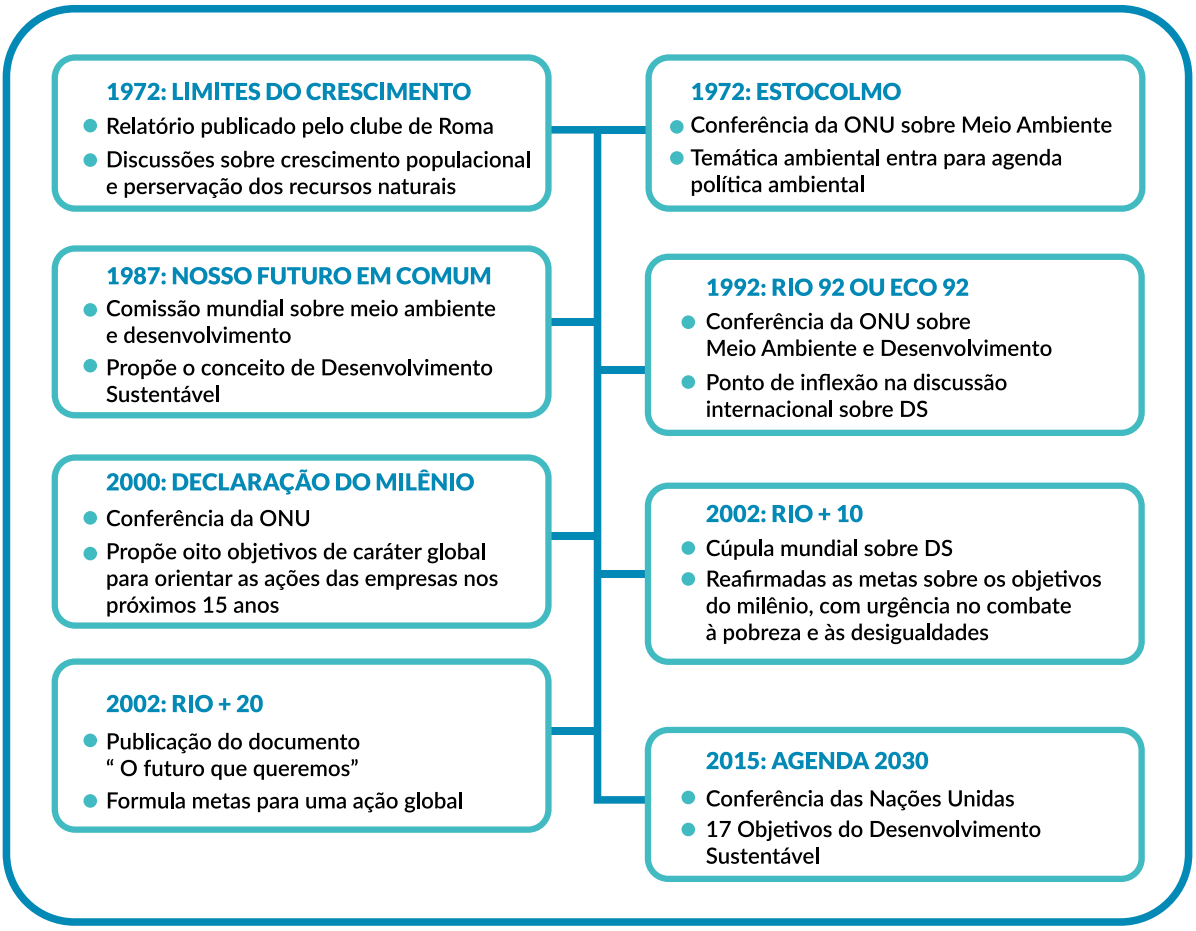
Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas (2015)

A Figura 2 traz uma cronologia comentada dos documentos e das conferências internacionais que construíram o caminho até o lançamento dos ODSs.

Figura 2 – Dos Limites do Crescimento até os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte : Elaboração dos Autores

Apesar dos avanços regulatórios e tecnológicos ocorridos desde a publicação de *Limites do crescimento* até a *Agenda 2030*, os desafios ambientais persistem. O paradigma do DS, enquanto uma terceira via, embora tenha tido sucesso em promover agendas e regulamentações ambientais, sofre agora com as limitações do seu alcance e da sua falta de velocidade. Ele ainda não venceu o desafio de questionar o modelo de desenvolvimento vigente.

Visões do desenvolvimento sustentável

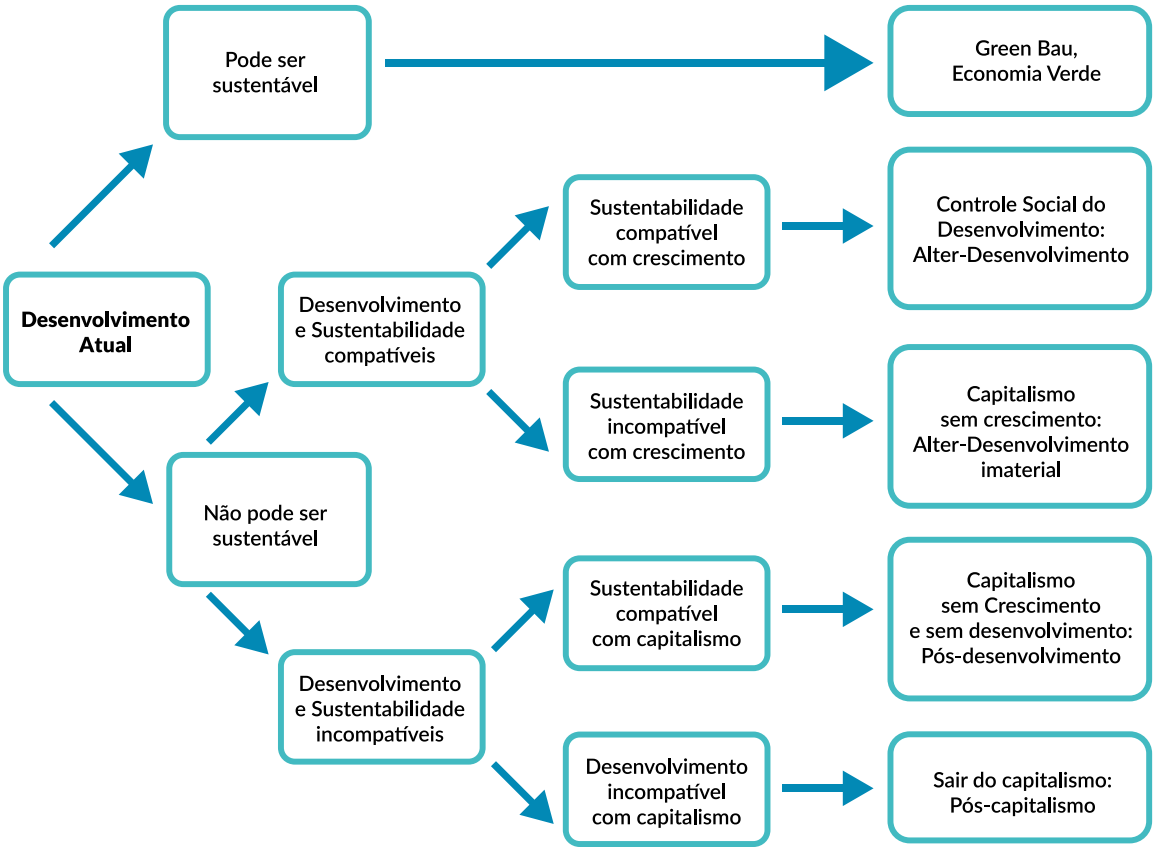
O conceito de Desenvolvimento Sustentável alcançou um posicionamento central no debate tanto teórico quanto normativo e na orientação e construção de políticas e ações voltadas à superação da falta de sustentabilidade do paradigma de desenvolvimento. Tal posicionamento, contudo, tendo sido construído ancorado no fato de que o conceito se faz deliberadamente vago e polissêmico, permitindo a ele serem atribuídos diferentes e mesmo conflitantes sentidos. O conceito de DS, assim, foi capaz de colocar sob o mesmo guarda-chuva posições antagônicas, sem que com isso as tenha conciliado, mas que agora se veem dentro de um mesmo campo de disputa e debate. Por outro lado, como consequência, fica também delimitado, e de modo circunscrito, o campo daquelas posições que se opõem ao DS, sejam aquelas que acreditam fervorosamente que o mercado por si só trará a sustentabilidade e que, portanto, não se requer qualquer adjetivo ao termo Desenvolvimento, seja no outro extremo as que entendem que Desenvolvimento seja de modo biunívoco sinônimo do modo de produção capitalista, o qual não teria a possibilidade de ser sustentável, e que, consequentemente, a ideia de um DS seria em si mesma um embuste. Entre esses extremos e tendo no centro o DS, um caleidoscópio de visões se forma entorno desse conceito, de modo que, muito mais do que saber se o DS é "bom" ou "mau" ou se se é "contra" ou "a favor", importa compreender os elementos que fundamentam as diferentes abordagens e como que estas podem ser descritas e organizadas.

Para tanto, importa saber, dentro de uma hierarquia, em que estrato uma dada abordagem enxerga ser a sustentabilidade compatível e a partir de qual não mais o seria. Mais especificamente, e dentro de um crescente de abstração, importa saber se a sustentabilidade seria ou não compatível: 1) com o atual modelo; 2) com o desenvolvimento em geral; 3) com o crescimento econômico e; 4) com o próprio capitalismo. Assim, as diferentes visões podem ser lidas a partir das seguintes perguntas:

- *O desenvolvimento neoliberal globalista contemporâneo pode ser sustentável?*
- *O desenvolvimento, em seu sentido mais amplo e abstrato, é compatível com a sustentabilidade?*
- *Caso a resposta para a pergunta 2 seja afirmativa: a sustentabilidade é compatível com alguma forma de crescimento?*
- *Caso a resposta para a pergunta 2 seja negativa: a sustentabilidade é compatível com o capitalismo?*

Essas questões permitem obter um gradiente e um "*continuum*" entre as diferentes perspectivas, conforme ilustrado no diagrama da Figura 3.

Figura 3 – Gradiente de posições acerca do desenvolvimento sustentável



Fonte : Elaboração dos Autores

As posições resultantes são vistas em cinco grupos, tipologia esta proposta pelos autores (apresentada na Figura 3):

(i) *green-business as usual* (BAU) ou economia verde

(ii) controle social e institucional do desenvolvimento: um alter-desenvolvimento

(iii) capitalismo sem crescimento: um alter-desenvolvimento imaterial

(iv) capitalismo sem crescimento e sem desenvolvimento: o pós-desenvolvimentismo

(v) sair do capitalismo: pós-capitalismo ou ecossocialismo

Na parte superior da figura se encontra o ***"business-as-usual " ("green--BAU")***, uma visão otimista e que apoia o modelo econômico convencional e que acredita na sustentabilidade do desenvolvimento global atual. Isso se daria por meio de uma economia verde apoiada em inovações tecnológicas "verdes" e guiada pelas forças do mercado e por reguladores ambientais. No entanto, ao se centrar no mercado, essa visão deixa de abordar problemas ambientais em suas dimensões maiores e nem sempre a motivação econômica garante a implementação de soluções tecnológicas ambientalmente necessárias. Para um capitalismo verde genuíno com uma resposta efetiva à sustentabilidade, tal abordagem requereria ser integrada em uma estrutura global de governança que a guiasse dentro dos limites sustentáveis.

A segunda visão, **"controle social e institucional do desenvolvimento: um 'alter-desenvolvimento"**, está presente desde a origem política e diplomática da questão ambiental nos anos 1970, tem uma postura crítica diante do processo de desenvolvimento real em curso e busca a sustentabilidade por meio da construção de um "outro" modelo de desenvolvimento. Autores como Ignacy Sachs a respaldam, criticando as falhas do modelo contemporâneo de crescimento, mas defendendo um crescimento planejado pelo Estado em setores estratégicos e pautado por critérios sociais e ambientais, e dirigido para mitigar a desigualdade global, divergindo fortemente do neoliberalismo atual (Sachs, 1995, 2002, 2004, 2009).

Atualmente, essa abordagem de desenvolvimento com governança abrangente, do local ao global, em prol da sustentabilidade, encontra apoio em proposições de um *Green New Deal global* (Unep, 2009). A economista Raworth (2017) apresenta a ideia de uma economia *doughnut*[8], na qual o desenvolvimento econômico, para ser sustentável, deve se mover entre as extremidades externas e internas de uma "rosquinha", ocupando uma faixa de equilíbrio limitado por baixo por um piso mínimo de desenvolvimento e crescimento posto pelas necessidades sociais e limitado por cima por um teto imposto pelos limites ecológicos que o crescimento não deve exceder. Para a autora, um novo modelo econômico que preze pelo princípio da sustentabilidade deve ser capaz de abandonar a "religião" do crescimento, sem renunciar a ele completamente, para atingir objetivos sociais mais amplos (Raworth, 2017).

Uma terceira visão do desenvolvimento sustentável é aqui chamada de **"capitalismo sem crescimento: um alter-desenvolvimento imaterial"**, elaborada em meio à corrente da economia ecológica. Daly (2004) propõe um "estado estacionário" econômico que limitaria o uso de recursos, advogando por um "desenvolvimento sem crescimento". Essa perspectiva, apesar de condenar o crescimento econômico, não rejeita o desenvolvimento ou o capitalismo. Daly argumenta que a melhoria da qualidade de vida pode ocorrer por meio de mudanças qualitativas imateriais, sem necessidade de crescimento material quantitativo, exceto nos países mais pobres que ainda precisariam por algum tempo crescer (Daly, 2004).

As abordagens que se seguem, por sua vez, já colocam em questão a compatibilidade entre desenvolvimento e sustentabilidade, havendo ainda diferentes perspectivas críticas ao sistema de produção capitalista e à necessidade, ou não, de sua eliminação, para o alcance da sustentabilidade.

O quarto grupo, aqui denominado **"capitalismo sem crescimento e sem desenvolvimento: o pós-desenvolvimentismo"**, apresenta-se como herança da contracultura das décadas de 1960 e 1970. Nesse conjunto de abordagens, críticas à sociedade contemporânea, afastando-se em certa medida das teses marxistas, focam os aspectos negativos da sociedade de consumo em massa e da produção em larga escala, questionando o modelo de desenvolvimento. Esse movimento, conhecido como pós-desenvolvimento, buscou alternativas não capitalistas, influenciadas por pensadores como Ivan Illich, E. F. Schumacher, Marcel Mauss e Michel Foucault, dando origem à corrente do decrescimento, liderada por Serge Latouche. Este autor propõe abandonar o conceito de desenvolvimento (visto como "tóxico"), defendendo um "decrescimento", entendido como mudança de estilo de vida compatível com uma sociedade sustentável não baseada no crescimento. Similarmente, a literatura crítica latino-americana inclui a abordagem do buen vivir, valorizando formas alternativas de vida inspiradas por sociedades tradicionais do continente latino-americano (Acosta, 2016). O pós-desenvolvimento pode ser visto com maior aprofundamento no Capítulo 5 deste volume: "Alternativas ao desenvolvimento sustentável: o pós-desenvolvimento".

8 Raworth se apoia nos desenvolvimentos de Johan Rockström e colaboradores sobre os limites planetários, como em Rockström et al. (2009).

O último grupo, **"sair do capitalismo: pós-capitalismo ou ecossocialismo"**, se baseia centralmente na tradição marxista. Autores ecomarxistas, como James O´-Connor, John Bellamy Foster, Jason Moore, Robin Blackburn e Guillermo Foladori, veem os impactos sociais e ambientais do desenvolvimento como intrínsecos ao capitalismo. Para eles, a sustentabilidade exige superar esse sistema. Assim, essa visão não vê incompatibilidade apenas entre desenvolvimento e sustentabilidade, mas também entre capitalismo e sustentabilidade. A crítica aos aspectos destrutivos da sociedade moderna é assim uma crítica ao próprio capitalismo. Transitar para uma sociedade sustentável requereria, portanto, não apenas abandonar o modelo de desenvolvimento, mas também o capitalismo, para se construir um ecossocialismo. Esse conceito revisitado de socialismo busca harmonia entre segmentos sociais, a natureza e a sociedade, entendendo que cuidar da natureza é uma parte do bem-estar social.

Quanto aos cinco posicionamentos apresentados, o Quadro 1 sintetiza as transformações exigidas por cada um deles. Importante salientar que todos os posicionamentos apontam para desafios significativos e a necessidade de transformações profundas.

Quadro 1 – Gradientes de posicionamentos acerca do desenvolvimento sustentável e as transformações exigidas

Visão	Transformações exigidas
aperfeiçoamento do desenvolvimento: Green BAU	inovações tecnológicas e institucionais
alter-desenvolvimento	inovações tecnológicas e institucionais, controle do crescimento econômico e do padrão de consumo
alter-desenvolvimento imaterial	inovações tecnológicas e institucionais, interrupção do crescimento econômico e do padrão de consumo
alternativa ao desenvolvimento: o pós-desenvolvimento	inovações tecnológicas e institucionais, interrupção do crescimento econômico e do padrão de consumo, supressão do desenvolvimento
alternativa ao capitalismo: o pós-capitalismo	inovações tecnológicas e institucionais, controle/ interrupção do crescimento econômico e do padrão de consumo, supressão do capitalismo

Fonte: Elaboração dos Autores

Quaisquer que sejam os caminhos futuros para a busca da sustentabilidade, a questão efetiva reside em superar os desafios exigidos. O debate conceitual e ideológico, por mais relevante que seja, por vezes obscurece a busca concreta de transformações. Em vez de se aceitar cegamente o desenvolvimento sustentável como solução universal ou de condená-lo como engodo, o desafio central é entender as condições concretas para viabilizar trajetórias sustentáveis para a sociedade contemporânea.

Considerações finais

Este capítulo buscou explorar a temática do desenvolvimento, analisando a sua relação com a emergência da preocupação ambiental e, por consequência, com o conceito de desenvolvimento sustentável. Diversas posições referentes ao DS foram identificadas, formando um gradiente entre otimismo e pessimismo extremos sobre a compatibilidade entre desenvolvimento e sustentabilidade.

O maniqueísmo presente nos debates políticos e acadêmicos dificulta a busca por soluções eficazes para a sustentabilidade. Para aprofundar o entendimento sobre o desenvolvimento sustentável, é crucial analisar a natureza do desenvolvimento no contexto capitalista contemporâneo, investigar problemas ambientais e regulamentações, e explorar as potencialidades da governança ambiental.

A busca por um outro desenvolvimento, um alter-desenvolvimento sustentável, por sua vez, demanda a construção de mecanismos de governança e regulação capazes de direcionar as forças econômicas no sentido da sustentabilidade, os quais no momento não parecem estar ao alcance, enfrentando desafios complexos e controversos.

A compreensão acerca do desenvolvimento sustentável transcende narrativas e requer aprofundamento. Ele se torna um eixo para que a ciência do desenvolvimento e da sustentabilidade promova uma sociedade em harmonia com o ecossistema planetário. A construção de uma ciência da sustentabilidade exige uma epistemologia da sustentabilidade, que, por sua vez, depende dos modelos de sociedade e economia que venham se desenhar como metas, incluindo os modelos de desenvolvimento, que serão vistos no capítulo seguinte “Ciência da sustentabilidade”.

REFERÊNCIAS

» ACOSTA, A. O Bem Viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Elefante, 2016.

» BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

» CARSON, R. Primavera Silenciosa. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1969 (1962). [CARSON, R. Silent Spring. Boston: Houghton Mifflin, 2002 (1962)]

» COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

» DALY, H. Crescimento sustentável? Não, obrigado. Ambiente e Sociedade, v. 7, n. 2, 2004.

» EHRLICH, P. R. The Population Bomb. Rivercity, Mass.: Rivercity Press, 1975 (1968).

» FOSTER, J. B. A Ecologia de Marx: materialismo e natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

» FURTADO, C. O Mito do Desenvolvimento Econômico. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

» FURTADO, C. A Superação do Subdesenvolvimento. Economia e Sociedade, v. 3, n. 1, p. 37-42, 1994.

» FURTADO, C. Os Desafios da Nova Geração. Revista de Economia Política, v. 24, n. 4, p. 483-486, 2004.

» HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. Science, v. 162, p. 1243-1248, 1968.

» LATOUCHE, S. Pequeno tratado do decrescimento sereno. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

» MCNEILL, J. R. The Great Acceleration: an environmental history of the Anthropocene since 1945. Cambridge: Harvard University Press, 2014.

» MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. *Os limites do crescimento*. São Paulo: Perspectiva, 1972.

» NOBRE, M.; AMAZONAS, M. Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2002.

» RAWORTH, K. Doughnut Economics: seven ways to think like a 21st-century economist. London: Random House, 2017.

» RIST, G. The History of Development: from western origins to global faith. 3. ed. London: Zed Books, 2008.

» ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. Nature, v. 461, p. 472–475, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1038/461472a

» SACHS, I. Em busca de novas estratégias de desenvolvimento. Estudos Avançados, v. 9, n. 25, 1995.

» SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

» SACHS, I. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

» SACHS, I. A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

» UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. Global Green New Deal – policy brief. UNEP, 2009.

» VEIGA, J. E. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

» VEIGA, J. E. Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor. São Paulo: SENAC, 2010.

3. CIÊNCIA DA SUSTENTABILIDADE

Louis Philippe Patrick de Jongh Filho[1]
Daniela Gonçalves Mattar[1,2]
Marilia Telma Manjate[1,3]
Tahinah Martins[1]
Edel Nazaré Santiago de Moraes[1,4]
Mauro Guilherme Maidana Cappellaro[1]
Cristiane Gomes Barreto[1]
Doris Sayago[1]

Resumo

Este capítulo reflete sobre a seguinte questão: a área da ciência da sustentabilidade constitui um campo científico? Para responder a essa indagação, o capítulo se estrutura em três partes. A primeira discute o que é ciência. A segunda trata da sustentabilidade enquanto ciência e de quais características do campo da sustentabilidade são levadas em consideração quando ele é interpretado como ciência. A terceira e última parte apresenta as habilidades necessárias para quem deseja trabalhar no campo da ciência da sustentabilidade. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que diferencia a ciência da sustentabilidade das ciências tradicionais? (ii) Como a ciência da sustentabilidade pode contribuir para a resolução de problemas complexos no contexto de sistemas sociecológicos? Se a sustentabilidade for considerada um campo científico, sugerimos que futuros trabalhos investiguem se existe, de fato, uma única ciência da sustentabilidade.

O que é ciência?

Etimologicamente, a palavra ciência deriva do latim scientia, que significa "saber" e "conhecimento". A ciência vive tempos de ambiguidade nesta era da pós-verdade. Apesar de tentativas de contestação negacionista, dizer que algo é científico lhe atribui confiabilidade, autoridade, respeito e credibilidade.

O conceito de ciência não é único e tampouco estático. O ser humano busca compreender ou explicar a sua relação com a natureza a partir da construção racional do conhecimento, da formulação de leis e/ou da organização sistemática de ideias. Nesse sentido, a ciência pode ser entendida como um procedimento racional de construção do conhecimento que auxilia o ser humano na compreensão de um fenômeno de interesse (Andery, 2003; Chalmers; Fiker, 1993).

O primeiro ponto (de cinco) para entender o conhecimento produzido por um processo científico é abordar a diferença entre pensamento racional e pensamento mítico. Este último diz respeito à compreensão da relação entre seres humanos e natureza por meio da narrativa de seres que são superiores e que controlam a origem e o condicionamento da vida humana. Os mitos não são questionados e não são objetos de críticas. Estão presentes na dimensão da fé, da espiritualidade, das crenças. O pensamento

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
3 Ministério da Terra e Ambiente (Moçambique)
4 Ministério do Meio Ambiente

mítico se opõe ao pensamento racional na medida em que o racional está interessado em compreender algum fenômeno por meio da lógica, da aferição e da capacidade de medição. O pensamento racional tem a propensão a ser problematizado, a ser discutido e a ter argumentos e mecanismos que o justifiquem (Andery, 2003).

O segundo ponto para compreender o conhecimento científico é a organização política e social da pólis, na Grécia Antiga, que privilegiava a participação, a construção coletiva de ideias e o debate entre projetos e pontos de vista muitas vezes conflitantes. Esse foi o cenário em que o conhecimento foi conduzido por meio de processos racionais, deixando, paulatinamente, o pensamento mitológico em segundo plano na capacidade de orientar as decisões dentro da organização da pólis (Andery, 2003).

Como terceiro ponto, por volta dos séculos XVI e XVII, o modelo racional dos filósofos gregos passou a ser questionado pelo excesso de elementos contemplativos e de difícil mensuração. A introdução de técnicas produtivas mais céleres e em larga escala, em conexão com as mudanças na organização social e econômica da sociedade, requeria um processo de construção do conhecimento mais objetivo. Esse momento ficou conhecido como Revolução Científica, que teve entre os seus expoentes Francis Bacon (1561-1626), Galileu Galilei (1564 -1642), René Descartes (1596-1650), Nicolau Copérnico (1473-1543) e Isaac Newton (1643-1727). A característica central da revolução científica foi a inclusão da matemática, da geometria e da mecânica como elementos explicativos dos fenômenos. É nesse período que começam a surgir as estruturas lógicas e racionais de construção do conhecimento mais próximas do que hoje compreendemos como ciência. Debates sobre a construção do conhecimento por técnicas indutivas e dedutivas, pela experiência (observação e experimentação), pela compartimentalização, pelo estudo especializado das partes para compreender o todo, pela repetição e pela replicabilidade são desdobramentos da revolução científica (Chalmers; Fiker, 1993).

O quarto ponto para compreender o conhecimento produzido por processos científicos parte de nomes importantes do campo da filosofia da ciência, tais como Karl Popper (1902-1994), Imre Lakatos (1922-1974) e Thomas Kuhn (1922-1996). Kuhn tratou da forma pela qual a ciência evoluiu. Para ele, a evolução para a "ciência normal" ocorreu por um processo de substituição de metodologias, práticas e pressupostos aceitos na sociedade – denominado de paradigma – por outro. Tal substituição ocorreu em um momento de mudança na abordagem do conhecimento, notadamente durante a Revolução Científica (XV-XVII). Na disputa entre os paradigmas, aquele que passa a dominar vai dar fundamento às pesquisas desenvolvidas (Kuhn, 1998). O paradigma da ciência normal permanece como o modelo de produção do conhecimento dominante em diferentes campos do conhecimento, mas vem sendo complementado por outras abordagens, tais como os modelos interdisciplinar e pós-normal.

O quinto e último ponto para a compreensão do conhecimento produzido por processo científico tem o nome de *wicked problems*, ou problemas capciosos, uma constante na sociedade contemporânea (Head, 2022). Os *wicked problems* são difíceis ou impossíveis de serem resolvidos por causa de requisitos incompletos, contraditórios e variáveis que muitas vezes são difíceis de reconhecer (Rittel; Webber, 1973). Consoante apontam os autores, para os problemas capciosos o "processo de formulação do problema e de concepção da solução (ou resolução) são idênticos, uma vez que cada especificação do problema é a especificação da direção em que o tratamento é considerado" (Rittel; Webber, 1973, p. 161). Uma das implicações dessa categoria de problemas é que eles dificultam a sua resolução e compreensão por meio do paradigma da ciência normal (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009). Essa dificuldade provocou novas reflexões para superar as contradições e limitações da ciência normal, inaugurando a ciência pós-normal. A ciência pós-normal demanda reflexões críticas decorrentes de um maior diálogo entre especialistas e sociedade, no que seria a "comunidade ampliada dos pares" (Funtowicz; Ravetz, 1993, p. 1).

Nesse debate voltado à forma de se fazer ciência e à amplitude dos atores capazes de construir o conhecimento científico e impulsionado pelo conceito de pós-normalidade (Jacobi; Toledo; Giatti, 2019) é que a ciência da sustentabilidade ganha em forma e afinidade.

A ciência da sustentabilidade

O marco deste debate é o artigo de Kates, Clark e coautores, publicado na revista *Science* (Kates *et al.*, 2001). Nesse texto pioneiro, os autores apresentam a ciência da sustentabilidade enquanto um novo campo de estudo para a análise das interações entre natureza e sociedade. Essa ciência diferencia-se das ciências até então existentes por conta de características que lhe são peculiares, tais como: 1) a necessidade de estudos em escalas distintas, analisando desde práticas locais como também fenômenos globais; 2) a lida com questões urgentes, causadas por conta de práticas deletérias à natureza ao longo dos séculos; 3) o tratamento de questões complexas provocadas por múltiplas causas e distintos atores, como a degradação ambiental; 4) o reconhecimento de que há diferentes visões sobre o que torna o conhecimento utilizável e sobre os propósitos de sua criação, sendo necessária, pois, a expertise de diferentes sujeitos, cientistas e não cientistas para a criação do conhecimento (Kates *et al.*, 2001).

Os autores refletem, ainda, que a ciência da sustentabilidade tem que ser uma ciência que integra conhecimentos atrelados à prática, tal como as ciências ligadas à agricultura e à saúde, e, ao mesmo tempo, comprometida com a aplicação do conhecimento para ações coletivas, tendo em vista os desafios ambientais e de desenvolvimento que se apresentam no atual contexto histórico.

Essa explicação ampla e difusa do conceito de sustentabilidade traça alguns caminhos importantes para construirmos os alicerces dela. São eles:

O objeto de estudo: o objeto de estudo da ciência da sustentabilidade é o sistema socioecológico (SSE). Como afirma Ostrom (2009), o SSE é um complexo, pois, para fins de compreendê-lo como um todo, é preciso entender as suas partes e as relações que existem entre elas. Isso implica, por sua vez, uma análise de relações entre diferentes níveis, lugares e escalas temporais.[5] Nesse sistema, considera-se a interação entre os sistemas social e ambiental em múltiplas escalas (Clark *et al.*, 2016).

O sistema socioecológico pode ser observado por diversos ângulos, como o local e o global, a humanidade e a natureza; a abordagem de estudo é inter/transdisciplinar[6]. O princípio da precaução deve ser considerado em pesquisas sobre sustentabilidade, pois fatos que não podem ser completamente explicados — como os impactos do aquecimento global — não podem ser simplesmente ignorados (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009). É dizer, em razão do risco que algumas situações apresentam, que se requer uma ação imediata.

5 Ostrom (2009) propõe que o sistema socioecológico contém quatro subsistemas a saber: os recursos, as unidades de recursos, os sistemas de governança e os usuários. Esses subsistemas existem em relação com ecossistemas e com determinadas configurações sociais, econômicas e políticas.

6 A interdisciplinaridade diz respeito à interação entre disciplinas distintas, a fim de encontrar soluções para problemas que necessitam de saberes de múltiplos campos do conhecimento científico, com a partilha de métodos, conhecimentos e teorias (Martins et al., 2022; Mokski; Leal Filho; Sehnem, 2023). Já a transdisciplinaridade, por sua vez, vai além da integração de conhecimentos científicos, congregando saberes distintos, como os saberes populares, para a solução de problemas complexos (Choi; Pak, 2006; Udovychenko et al., 2022).

Há dois desafios relacionados às análises do sistema socioecológico (Ostrom, 2009): as abordagens das ciências sociais e naturais, por terem se desenvolvido de forma independente, não se relacionam com facilidade; e a prática dos acadêmicos, os quais estão habituados a construir soluções universais, com modelos simples, de modo que essas soluções universais não atendem aos problemas ambientais, que carecem em grande medida de soluções localizadas e pontuais.

Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade: a interdisciplinaridade implica integração entre áreas do conhecimento distintas (Mokski; Leal Filho; Sehnem, 2023). A interdisciplinaridade vai além da mera junção de disciplinas, combinando, assim, os seus conhecimentos, métodos e teorias (Martins *et al.*, 2022). Bursztyn e Drummond (2014) salientam que a interdisciplinaridade não é antidisciplinar, mas, na verdade, resulta de um esforço de integração de diferentes abordagens disciplinares para lidar com problemas complexos. Dessa forma, o desenvolvimento das áreas disciplinares é essencial para o avanço científico dos esforços interdisciplinares (Mackinnon; Hine; Barnard, 2003). A Figura 1 ilustra as representações quanto aos conceitos de disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

Figura 1 – Representações visuais dos conceitos de disciplinaridade



Fonte : Adaptado de Choi e Pak (2006)

Como afirmam MacKinnon, Hine e Barnard (2013), o surgimento da interdisciplinaridade como abordagem científica é motivado pelo aparecimento de problemas no mundo real que demandaram conhecimentos de áreas distintas para a sua compreensão e solução. Os autores mencionam, como exemplo, a união de conhecimentos da física, por meio dos quais ocorreu o descobrimento dos raios-X, no século XIX, e da biologia, que possibilitou, no século XX, o surgimento da biologia molecular. Apesar dessa demanda, os desafios para a interdisciplinaridade ocorrem sobretudo, conforme afirmam Martins et al. (2022), nas estruturas das instituições acadêmicas, que ainda impõem a fragmentação da ciência em disciplinas e em estruturas específicas. Por outro lado, há autores que são contrários à interdisciplinaridade, sob o argumento de que o papel das estruturas disciplinares, segregadas em departamentos acadêmicos separados, é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa científica (Jacobs, 2014), inclusive facilitando a pesquisa acadêmica, por meio da divisão do trabalho (Jacobs, 2017).

A transdisciplinaridade, por sua vez, vai além das "fronteiras disciplinares", pois requer a colaboração de cientistas de diferentes campos de estudo e de não cientistas para a geração de conhecimento (Choi; Pak, 2006). A transdisciplinaridade é uma abordagem que vai "entre", "através" e "além" das disciplinas (Udovychenko *et al.*, 2022): ela não se limita ao conhecimento disciplinar, porque vai até além das fronteiras da disciplinaridade para encontrar a solução de problemas.

A transdisciplinaridade não requer, de antemão, uma abordagem disciplinar para a solução de um problema, pois a proposta dela é ser coconstruída pelos envolvidos, tendo por base o desafio que se busca resolver (Kligyte; Buck; Hunte, 2022). Para fins de solucionar problemas do mundo real, ela busca integrar e transcender os conhecimentos científicos e não científicos, incluindo, portanto, elementos morais, espirituais e axiológicos (Roysen; Cruz, 2020).

Coprodução do conhecimento: a coprodução do conhecimento implica a identificação de que a colaboração é necessária para a criação do conhecimento, requerendo, pois, a integração entre ciência, natureza, política e sociedade (Buizer; Arts; Kok, 2011). Dessa forma, segundo Buizer, Arts e Kok (2011), não é mais suficiente o paradigma teórico e experimental, pautado na produção de um saber técnico que depende apenas das disciplinas, dos cientistas e das universidades (denominado pelos autores de "conhecimento modo 1"). Para a coprodução do conhecimento, seria necessário um "novo paradigma de produção" da sabedoria científica, transdisciplinar, sujeito à responsabilização, orientado para a resolução de problemas e distribuído socialmente (chamado por eles de "conhecimento modo 2"). A coprodução do saber também se beneficia da possibilidade de desenvolver abordagens compartilhadas para problemas complexos (West; Schill, 2022).

Atuação multiescalar e multinível: a atuação multiescalar diz respeito ao caráter de espaço e tempo relacionado aos problemas públicos e à forma como se pode lidar com eles por meio de políticas públicas (Buizer; Arts; Kok, 2011). Como exemplos, podemos mencionar o trabalho apresentado de Veldkamp e Fresco (1996), que empregam um modelo para análise de conversão de uso da terra e dos seus efeitos, denominado CLUE, com base nos elementos biofísicos e humanos, de modo a prever a cobertura da terra com o passar do tempo, com base nas escalas regional e local. Há também o texto de Verburg et al. (1999), que utilizam o modelo CLUE, em escalas local, nacional e regional, para simular a mudança de uso da terra no Equador. Como afirmam os autores, as mudanças de uso da terra ocorrem a partir da interação complexa entre os seres humanos e as forças biofísicas, em distintas escalas temporais e espaciais (Verburg *et al.*, 1999, p. 46).

Já a atuação multinível está intimamente ligada ao conceito de governança ambiental. A governança ambiental surge para possibilitar o enfrentamento dos problemas ambientais, de modo a envolver diferentes atores na formulação das ações e nos seus resultados, de maneira que eles influenciem processos decisórios com base nas diferentes organizações, mecanismos e processos regulatórios (Agrawal; Brandhorst; Jain, 2022). A atuação multinível abrange os diferentes níveis hierárquicos de uma organização, mobilizados para lidar com os problemas do sistema socioecológico (Buizer; Arts, Kok, 2011). Ela propõe também ir além do âmbito organizacional, pois a atuação multinível vem sendo marcada por um aumento de interações entre comunidades locais, governos regionais, associações de bairros e o setor público e o privado, de modo a promover uma expansão nas atuações entre múltiplos atores, inclusive sem governo (Buizer; Arts; Kok, 2011).

Foco em resolução de problemas: implica, como afirmam Wiek, Withycombe e Redman (2011, p. 210), a ligação entre "o conhecimento e a ação", ou ainda, a "coconstrução do conhecimento e soluções práticas". Formas de colocar em prática a resolução de problemas podem ser: os estudos de cenário, que permitem aos tomadores de decisões visualizar os possíveis resultados futuros das suas opções políticas no presente; a modelagem de sistemas sobre os limites planetários dentro dos quais a humanidade pode transitar com segurança; as abordagens antecipatórias, que buscam desenvolver tecnologias no presente para evitar futuros desastres; e as "decisões de teatro" (Miller *et al.*, 2014), feitas por organizações ligadas à questão dos limites planetários, de modo a conscientizar os tomadores de decisão por meio de estúdios com técnicas de construção de cenários.

Ênfase na teoria geral dos sistemas (TGS) e na teoria dos sistemas complexos (TSC): a TGS é uma abordagem científica inter e transdisciplinar, que compreende tanto os elementos individuais de um sistema quanto as relações deles dentro do sistema, com outros sistemas e com o meio ambiente (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009). A TGS, guiada pela máxima aristotélica de que "o todo é maior do que a soma das partes" (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009, p. 49), propõe a construção de modelos epistemológicos que consideram o sistema como uma nova perspectiva de compreensão da realidade, contrastando com o modelo analítico que compreende isoladamente os elementos individuais. Os sistemas se referem a modelos conceituais que "não podem ser particularizados em elementos independentes" (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009, p. 50), ou seja, a sua existência ocorre a partir da junção do todo. Segundo Osório, Lobato e Del Castillo (2009), a ideia de sistema avança com a introdução das variações temporais na TGS, proposta por Von Foerster. A metodologia dele permitiu, por sua vez, a modelagem de interações para a criação de cenários futuros, utilizados, por exemplo, na construção do texto Limites do Crescimento[7], do Clube de Roma (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009).

Já no que diz respeito aos sistemas complexos, faz-se necessário o esforço interdisciplinar para o seu estabelecimento (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009). Nesse contexto, as epistemologias da sustentabilidade partilham de elementos comuns (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009), tais como: (i) multiplicidade de perspectivas legítimas; (ii) não linearidade; (iii) emergência; (iv) auto-organização; (v) múltiplas escalas; e (vi) incerteza irredutível:

- **multiplicidade de perspectivas legítimas** – *problemas sistêmicos requerem a contribuição conjunta de atores distintos;*
- **não linearidade** – *sistemas complexos têm um funcionamento dinâmico, que não é de causa e efeito;*
- **emergência** – *sistemas complexos não se preocupam com as características das suas partes, mas sim com as interações entre elas dentro do sistema;*
- **auto-organização** – *relações entre elementos do sistema criam estruturas que têm comportamentos autônomos;*
- **múltiplas escalas** – *sistemas complexos são entendidos a partir da compreensão dos diferentes níveis do sistema e das relações entre os elementos de cada nível;*

7 O texto *Limites do Crescimento* (Meadows et al., 1972) buscou, através de simulações computacionais, analisar cenários sobre diferentes trajetórias do desenvolvimento para o futuro do planeta. Foram considerados nos cenários as interações entre variáveis de população, recursos naturais, produção de alimentos, poluição e produção industrial. E também foram levadas em conta as taxas de natalidade, mortalidade e serviços.

- **incerteza irredutível** – *sistemas complexos são caracterizados pela assimetria de informações e pela falta de compreensão completa sobre as condições dos sistemas, tanto dos elementos como das relações que neles existem.*

Ainda que de maneira exploratória e sem a intenção de esgotar o debate, a compilação de alguns escritos sobre ciência da sustentabilidade permite identificar pontos-chave que ajudam a sistematizar essa ciência (Del Castillo, Lobato; Osório, 2009; Messerli *et al.*, 2019; Miller *et al.*, 2014; Salas-Zapata, Ríos-Osorio, Cardona-Arias, 2017; Spangenberg, 2011; Tengö, Andersson, 2022):

- *ciência voltada para a ação, caracterizada mais pelo seu propósito de que pelos seus objetos ou métodos;*
- *conhecimento valorado, uma utopia ética, que descreve um estado ótimo da realidade, incluindo o meio ambiente, a economia e a sociedade;*
- *conhecimento que analisa a relação complexa entre os seres humanos e o meio ambiente;*
- *conhecimento que usa métodos distintos da ciência tradicional e requer pluralismo metodológico;*
- *a objetividade e/ou a neutralidade do pesquisador são dispensáveis, mas encoraja-se a motivação das razões para as escolhas metodológicas;*
- *requer cocriação, ou seja, participação de diferentes atores para a geração do conhecimento, de modo que todos os participantes são pares ("peers") na pesquisa;*
- *demanda uma reorganização da produção do conhecimento científico, tanto das metodologias como das instituições, aproximando e facilitando o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento;*
- *conhecimento para o qual abordagens inter e transdisciplinares são tanto desafios como oportunidades que a diferenciam de outras ciências;*
- *é preciso incentivar o aprendizado social e institucional para a transição ecológica vis-à-vis o caminho da sustentabilidade;*
- *conhecimento científico como uma condição para o alcance do desenvolvimento sustentável.*

Os pontos levantados acima são essenciais para uma ciência mais efetiva no campo da sustentabilidade. O debate sobre a ciência da sustentabilidade não está consolidado no circuito acadêmico, mas os traços iniciais que introduzem o campo estão postos nesta seção. Na próxima seção, veremos algumas competências para quem se interessa em ser cientista da sustentabilidade.

Competências e habilidades de pesquisadores da ciência da sustentabilidade

Este capítulo distinguiu ciência normal e pós-normal e identificou as características da ciência da sustentabilidade. Mencionou ainda que convivemos com problemas capciosos – wicked problems, com alto potencial de dano e urgência, e sem solução ideal óbvia. Entre eles estão as causas e os impactos das mudanças climáticas, desertificação, fome, pobreza, pandemias e guerras.

Osório, Lobato e Del Castillo (2009) afirmam que a complexidade, o potencial de dano e a urgência dos problemas socioambientais têm modelos de resolução inadequados ou apresentam baixa capacidade resolutiva. A estrutura conceitual da ciência da sustentabilidade parte da inter-relação entre três dimensões da realidade — social, ecológica e ambiental —, que são condicionadas por contextos sociais, culturais e políticos e devem ser entendidas a partir da percepção holística da realidade e conduzidas por modelos colaborativos de pesquisa.

Desse modo, os pesquisadores da ciência da sustentabilidade geram conhecimento por meio da relação com o objeto (sistema), numa base complexa e multidimensional que transcende o modelo cartesiano, no sentido de que não basta apenas conhecer os elementos do sistema e as suas relações, mas também a dinâmica dessas relações dentro do sistema e fora dele. Nessa relação transacional, os objetos de estudo são as próprias relações que estabelecemos com esses objetos (Del Castillo; Lobato; Osório, 2009).

Assim, os pesquisadores vivenciam o fenômeno e o interpretam dentro do próprio sistema. Os cientistas da sustentabilidade devem considerar a concepção holística na qual também estão inseridos, pois a objetividade não é uma propriedade alheia ao sujeito: é o próprio sujeito que objetiva a realidade. A cognição do meio ambiente é influenciada por vários fatores, incluindo a percepção da natureza como, por exemplo, a visão ocidental que coloca os seres humanos num patamar superior aos demais seres vivos do planeta; o background cultural, que faz enxergar o que é recurso e como se emprega o recurso; mudanças sociais; a noção de escassez de recursos naturais e, por outro lado, a tradição enraizada no pensamento econômico ocidental que entende os recursos como infinitos; e fatores tecnoeconômicos (Jacob, 1994).

Segundo Wiek, Withycombe e Redman (2011), a literatura científica indica que, para lidar com os problemas da sustentabilidade, é necessário desenvolver habilidades importantes, tais como:

> **(i) pensamento sistêmico** – *capacidade de analisar coletivamente sistemas complexos em diferentes domínios (sociedade, meio ambiente, economia, etc.). Abrange conceitos como: estrutura, função, relações de causa e efeito, percepções, motivos, decisões e regulamentações. Um exemplo é o Relatório de Avaliação do Ecossistema do Milênio.* [8]
>
> **(ii) competência antecipatória** – *capacidade de analisar, avaliar e criar coletivamente uma orientação e visão de futuro em longo prazo para as gerações futuras e a antecipação e prevenção de consequências prejudiciais não intencionais. Um exemplo ocorre em Cenários de emissão do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),*[9] *que inclui métodos e metodologias, tais como simulação e análise de cenários.*[10]

8 Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 2024.

9 Disponível em: https://www.ipcc.ch/. Acesso em: 15 dez. 2024.

10 Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 2024.

(iii) competência normativa – *corresponde à capacidade de mapear, especificar, aplicar, conciliar e negociar coletivamente valores, princípios e metas de sustentabilidade. Baseia-se no conhecimento normativo adquirido, incluindo conceitos de justiça, equidade, integridade socioecológica e ética. Tem como exemplo o Relatório Brundtland (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987).*

(iv) competência estratégica – *capacidade de projetar e implementar coletivamente intervenções e estratégias transformadoras de governança para a sustentabilidade. Requer conhecimento sobre barreiras e alianças, viabilidade, eficácia, eficiência de intervenções sistêmicas e potencial de consequências não previstas. Um exemplo é o livro Plan B 3.0 de Lester Brown (Brown, 2008).*

(v) competência interpessoal – *capacidade de motivar e facilitar a pesquisa de sustentabilidade colaborativa e participativa e a resolução de problemas. Inclui habilidades avançadas em comunicação, deliberação e negociação, colaboração, liderança, pensamento transcultural e empatia para implementar métodos, a fim de criar cenários futuros baseados em uma variedade de conhecimentos.*

Após analisarmos as habilidades pessoais necessárias para gerir projetos e resolver os desafios da complexidade desses projetos para a sustentabilidade, abordamos a seguir uma agenda para a ciência da sustentabilidade.

Agendas possíveis para a ciência da sustentabilidade

Considerando o propósito da ciência da sustentabilidade de contribuir para a sociedade prosperar ao longo de percursos sustentáveis, não será suficiente apenas alcançar mais conhecimentos sobre sistemas socioecológicos ou mesmo sobre outros temas isolados. O desafio de uma nova agenda de pesquisa passa por encontrar caminhos que reconheçam os limites de capacidade dos sistemas sociotécnicos para lidar com as questões da sustentabilidade. Uma nova agenda deve ainda pressupor, acima de tudo, um novo posicionamento do campo científico e inovações institucionais voltadas para a pesquisa orientada à ação.

No sentido de propor alguns caminhos, Miller *et al.* (2014) sinalizaram para uma agenda de pesquisas sobre (i) como as comunidades, em várias escalas, visualizam e perseguem futuros sustentáveis; (ii) como promover a mudança sociotécnica, em múltiplas escalas; e, finalmente, (iii) como promover o aprendizado social e institucional para o desenvolvimento sustentável. Em essência, as agendas de pesquisa precisam, além da produção de conhecimento científico, garantir a aplicação e o impacto. Isso requer mudanças na infraestrutura e na base sociotécnica das próprias instituições que geram conhecimento. O cientista da sustentabilidade assume, portanto, um papel adicional de agente de mudança.

Outra oportunidade de pesquisa pode partir dos instrumentos políticos vigentes. Um exemplo é o da Agenda 2030 e também dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, pactuada em setembro de 2015, entre os 193 países-membros das Nações Unidas, que tem como objetivo a cooperação global para o desenvolvimento sustentável (Pnud, 2015). Messerli *et al.* (2019) enfatizam que o alcance das metas da Agenda 2030 exige: abordagens interdisciplinares sobre os principais *trade-offs* e cobenefícios em diferentes contextos e escalas; o mapeamento dos atores-chave no setor público, setor privado e sociedade civil que detêm o poder de alavancar a mudança; e a aplicação de abordagens transdisciplinares para coprojetar e coimplementar soluções que orientem as transformações sociais necessárias para alcançar os objetivos da Agenda 2030.

Considerações finais

Os problemas globais da humanidade – sanitários, escassez de recursos, fome, pobreza, mudanças climáticas – são evidências de que a natureza capciosa dos problemas ligados ao desenvolvimento sustentável não nos permite lidar com esse campo pelas vias ortodoxas, de uma ciência normal, no conceito de Thomas Khun. A ciência da sustentabilidade precisa lidar com incertezas inerentes, normatividade, contradições e conflitos, ao passo em que descrevem problemas e prescrevem modos de gerenciá-los. Isso vai exigir habilidades específicas dos cientistas da sustentabilidade, que vão da visão sistêmica às competências normativas e interpessoais.

Esses cientistas precisam ser, também, empreendedores de mudança. Inevitavelmente, para que a ciência da sustentabilidade se firme como disciplina científica, é necessário inovar as bases sociotécnicas da ciência e das instituições, com seus critérios de financiamento de pesquisas, forma de fazer pesquisa e de coconstruir conhecimentos. As boas notícias são que novos conceitos, metodologias e práticas vêm sendo desenvolvidos para tornar mais relevantes as pesquisas orientadas à ação, e que o debate sobre essa temática começa a fazer parte do cotidiano das instituições. Após discutirmos a sustentabilidade enquanto ciência, recomenda-se, para pesquisas futuras, problematizar o conceito de "ciência da sustentabilidade" (no singular), haja vista que, por se situar no escopo da ciência pós-normal, a comunidade ampliada de pares pode apontar diferentes modos de construção do conhecimento científico, tratando-se, portanto, de "ciências da sustentabilidade".

REFERÊNCIAS

» AGRAWAL, A. et al. From environmental governance to governance for sustainability. One Earth, v. 5, n. 6, p. 615-621, 2022.

» ANDERY, M. A. Para Compreender a Ciência: uma perspectiva histórica. São Paulo: Educ, 2003.

» BROWN, L. R. Plan B 3.0: mobilizing to save civilization. Nova Iorque: Norton, 2008.

» BUIZER, M.; ARTS, B.; KOK, K. Governance, scale and the environment: the importance of recognizing knowledge claims in transdisciplinary arenas. Ecology and Society, v. 16, n. 1, 2011.

» CHALMERS, A. F.; FIKER, R. O que é ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.

» CHOI, B.; PAK, A. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. Clin Invest Med, v. 29, n. 6, p. 351-364, 2006.

» CLARK, W. C.; KERKHOFF, L.; LEBEL, L.; GALLOPIN, G. C. Crafting usable knowledge for sustainable development. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 113, n. 17, p. 4570-4578, 2016.

» FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. The Emergence of Post-Normal Science. In: Science, politics and morality: scientific uncertainty and decision making. SCHOMBERG, R. V. (ed.), p. 85-123. USA: Springer, 1993.

» HEAD, B. W. Wicked problems in public policy: understanding and responding to complex challenges. Springer Nature, 2022.

» JACOB, M. Sustainable development and deep ecology: an analysis of competing traditions. Environmental Management, v. 18, p. 477-488, 1994.

» JACOBI, P. R.; TOLEDO, R. F.; GIATTI, L. L. Ciência Pós-normal: ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas, 2019.

» JACOBS, J. A. In defense of disciplines: interdisciplinarity and specialization in the research university. University of Chicago Press, 2014.

» JACOBS, J. A. The need for disciplines in the modern research university. The Oxford handbook of interdisciplinarity, v. 2, p. 35-39, 2017.

» KATES, R. W. et al. Sustainability science. Science, v. 292, n. 5517, p. 641-642, 2001.

» KLIGYTE, G. et al. Re-imagining transdisciplinary education work through liminality: creative third space in liminal times. The Australian Educational Researcher, v. 49, n. 3, p. 617-634, 2022.

» KUHN, T. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

» MACKINNON, P. J.; HINE, D.; BARNARD, R. T. Interdisciplinary science research and education. Higher Education Research & Development, v. 32, n. 3, p. 407-419, 2013.

» MARTINS, F. P.; CEZARINO, L.; BARTOCCI, L. et al. Interdisciplinarity-Based Sustainability Framework for Management Education. Sustainability, v. 14, n. 19, 2022.

» MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. L. The limits to growth (1972). In: The future of nature, p. 101-116. Yale University Press, 2013.

» MESSERLI, P. et al. Expansion of sustainability science needed for the SDGs. Nature Sustainability, v. 2, n. 10, p. 892-894, 2019.

» MILLER, T. R. et al. The future of sustainability science: a solutions-oriented research agenda. Sustainability Science, v. 9, p. 239-246, 2014.

» MOKSKI, E.; LEAL FILHO, W.; SEHNEM, S.; ANDRADE GUERRA, J. B. S. O. D. Education for sustainable development in higher education institutions: an approach for effective interdisciplinarity. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 24, n. 1, p. 96-117, 2023.

» OSORIO, L. A. R.; LOBATO, M. O.; DEL CASTILLO, X. A. An epistemology for sustainability science: a proposal for the study of the health/disease phenomenon. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v. 16, n. 1, p. 48-60, 2009.

» OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. Science, v. 325, n. 5.939, p. 419-422, 2009.

» RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences, v. 4, n. 2, p. 155-169, 1973.

» ROYSEN, R.; CRUZ, T. C. Educating for transitions: ecovillages as transdisciplinary sustainability “classrooms”. International Journal of Sustainability in Higher Education, v. 21, n. 5, p. 977-992, 2020.

» SALAS-ZAPATA, W. A.; RÍOS-OSORIO, L. A.; CARDONA-ARIAS, J. A. Methodological characteristics of sustainability science: a systematic review. Environment, Development and Sustainability, v. 19, p. 1127-1140, 2017.

» SPANGENBERG, J. H. Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. Environmental Conservation, v. 38, n. 3, p. 275-287, 2011.

» TENGÖ, M.; ANDERSSON, E. Solutions-oriented research for sustainability: turning knowledge into action. Ambio, v. 51, n. 1, p. 25-30, 2022.

» UDOVYCHENKO, L. et al. A transdisciplinary approach to teaching and building a higher education system. Revista Eduweb, v. 16, n. 3, p. 91-105, 2022.

» WEST, S.; SCHILL, C. Negotiating the ethical-political dimensions of research methods: a key competency in mixed methods, inter-and transdisciplinary, and co-production research. Humanities and Social Sciences Communications, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2022.

» WIEK, A.; WITHYCOMBE, L.; REDMAN, C. L. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. Sustainability Science, v. 6, p. 203-218, 2011.

» VELDKAMP, A.; FRESCO, L. O. CLUE: a conceptual model to study the conversion of land use and its effects. Ecological Modelling, v. 85, n. 2-3, p. 253-270, 1996.

» VERBURG, P. H. et al. A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use. Ecological Modelling, v. 116, n. 1, p. 45-61, 1999.

4. CRÍTICAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

José Augusto Drummond[1]
Lígia Chicareli Kawata[1]

Resumo

Conhecer as críticas ao campo do desenvolvimento sustentável (DS) e refletir sobre as imprecisões e contradições do conceito e da sua agenda global são passos cruciais para quem ingressa nas carreiras socioambientais. Embora tenha significados distintos para diferentes atores, o conceito de DS ganhou adesão generalizada entre cientistas, gestores, empresários, políticos, mídia e ONGs. O objetivo deste capítulo é apresentar alguns problemas e dificuldades no uso e no entendimento do conceito. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Por que existem pesquisadores que não trabalham com o conceito de DS? (ii) O DS acata ou rejeita o desenvolvimentismo? (iii) Quais os problemas e inconsistências do DS como conceito científico? (iv) Por que o DS é criticado como antropocêntrico?

Introdução

O DS é um conceito difundido e defendido em todo o mundo. A sua popularização nos últimos anos, contudo, não foi suficiente para impulsionar toda a transformação socioecológica que ele anunciou. Vivenciamos atualmente a crise ecológica planetária prevista há quase quatro décadas pelo famoso relatório *Nosso Futuro Comum (1988)*,[2] que cunhou a expressão DS, e por outros textos publicados nos anos 1960 e 1970. Desde então, apesar de sua rápida popularização, muitos críticos alertaram para as insuficiências do DS e argumentaram que ele não enfrenta as raízes estruturais da crise ambiental. Esses críticos, filiados a diferentes áreas de saber, incluem ativistas, cidadãos, gestores públicos e até líderes de setores produtivos. Emitiram numerosas preocupações e contrapontos relativos ao DS. Apontaram falhas conceituais, epistemológicas e práticas, e mostraram a ineficácia de muitas propostas e da própria agenda política do DS. Este capítulo é um convite para pensar criticamente sobre o DS a partir de seis questões que consideramos as mais relevantes para essa reflexão.

O DS é um oxímoro[3]

O significado literal da expressão "desenvolvimento sustentável" carrega em si uma contradição. Segundo o dicionário Houaiss, desenvolvimento é um substantivo que significa o "aumento de qualidades físicas, crescimento"; no campo da economia, denota o "crescimento econômico, social e político de uma comunidade". Já "sustentável" é um adjetivo derivado dos substantivos sustentabilidade ou sustentação, usados na ciência da ecologia para se referir a um estado ou condição de equilíbrio que pode ser mantida por um tempo indeterminado mesmo que sujeito a flutuações. A junção

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

2 1988 é o ano de publicação da primeira edição da tradução para o português de Our Common Future, com o título Nosso Futuro Comum (CMMAD, 1988). O original foi publicado em 1987 em inglês como World Commission on the Environment and Development. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987 (WCED, 1987).

3 Entre diversas definições, entendemos oxímoro como uma figura de linguagem oral ou escrita que, ao justapor duas palavras de significados opostos, cria uma expressão paradoxal. Para alguns, oxímoros reforçam o significado das palavras justapostas, enquanto para outros eles servem para propor um absurdo que força o leitor a procurar um sentido metafórico. Exemplos: "mentira sincera", "silêncio ensurdecedor", "ilustre desconhecido", "ateu devoto", "ficção verdadeira", "vanguarda da retaguarda", etc.

dessas duas palavras essencialmente discordantes entre si resulta em algo que é paradoxal ou impossível do ponto de vista econômico e biofísico: gerar crescimento e melhorias constantes para a população humana sem afetar os processos ecológicos e as dinâmicas da vida do planeta. Não sabemos se os autores de *Our Common Future* tiveram a intenção de cunhar esse paradoxo ao conceituar o DS, mas é assim que nós o entendemos.

Por trás da contradição presente na expressão DS, ocorrem duas importantes omissões:

(i) *o DS ignora que qualquer desenvolvimento ou crescimento socioeconômico das sociedades humanas acarreta maior consumo de recursos naturais bióticos e abióticos, renováveis e não renováveis. Qualquer desenvolvimento implica necessariamente que as pessoas tenham melhores níveis de vida e vivam por mais tempo, o que é socialmente ótimo, mas acarreta o consumo de mais recursos, por mais pessoas, por mais tempo;*

(ii) *o DS ignora ou deixa de enfatizar que o estoque dos recursos não renováveis é finito e esgotável a curto ou em longo prazo e que mesmo o estoque dos recursos renováveis é incerto ou potencialmente declinante em longas escalas de tempo ou em circunstâncias de altas taxas de consumo. O DS até lida com o fato óbvio de que o desenvolvimento pressiona os estoques de recursos não renováveis, por definição finitos, mas nem sempre os partidários do DS registram que ele pressiona também os recursos renováveis, pois enseja padrões de consumo que impõem prazos insuficientes para a sua renovação natural.*

O economista ecológico estadunidense Herman Daly (1938-2022) propõe que para compreender o DS e a sustentabilidade devemos focalizar o verbo "sustentar", no sentido de "dar sustento". Ele adota a premissa de que a biosfera, a litosfera e a atmosfera (componentes do planeta Terra) sustentam a economia, ou seja, não é a economia que sustenta o Planeta; a economia é sustentada pelo Planeta. Ainda nos anos 1970, antes de se falar em DS, Daly questionava as teorias econômicas clássicas. Advertia que a economia é um subsistema do ecossistema biofísico planetário e que, portanto, o crescimento dela depende da energia e matéria planetárias, que são finitas e não crescentes (Daly, 1973). Posteriormente, o autor criticou especificamente o paradigma do DS que, para ele, só faria sentido se fosse compreendido como um "desenvolvimento sem crescimento". Ele foi um dos primeiros que criticaram o DS por ser um oxímoro incapaz de eliminar a tensão entre as suas duas palavras constituintes.

Um novo velho paradigma

Há um fato que agrava as duas omissões mencionadas no item anterior: o DS não escapa do velho paradigma do crescimento econômico. Para entender esse ponto, precisamos relembrar o contexto do qual emergiu o DS.

Na década de 1940, depois do fim da Segunda Guerra Mundial, o capitalismo global iniciou um inédito boom de crescimento que durou cerca de três décadas. Esse *boom* melhorou os padrões de vida em muitos países e acelerou drasticamente o consumo dos recursos naturais em escala global. Os motores desse crescimento explosivo foram a reconstrução da infraestrutura dos países envolvidos na guerra (como Alemanha, França e Japão), o incentivo ao consumo, o baixo preço do petróleo e o redirecionamento da capacidade produtiva das indústrias bélicas (que, de outra forma, teriam sido desativadas) (Mcneill; Engelke, 2016).

O conceito de "desenvolvimento" surgiu precisamente nesse momento, derivado da noção mais antiga de "progresso". Os economistas tradicionais adotaram o Produto Interno Bruto (PIB) como a métrica exclusiva do desenvolvimento. O PIB é a soma de todos os bens e serviços produzidos por um país ou região durante um certo período. Antes dos anos 1940-1950, os economistas dividiam os países entre "ricos" e "pobres", mas a partir dos anos 1950 esses conceitos foram substituídos nos discursos diplomáticos, das finanças e dos organismos internacionais pelos conceitos de "desenvolvidos" e "subdesenvolvidos", que mais recentemente evoluíram para as expressões "Norte Global" e "Sul Global". Nos anos que se seguiram ao fim da guerra, a maioria das nações (e a maioria da população mundial) foi classificada como subdesenvolvida, pois tinha PIBs modestos ou de crescimento fraco.

Ao longo dos anos, esse ideal de desenvolvimento, chamado desenvolvimentismo, se normalizou em praticamente todos os países. Políticos e populações ao redor do mundo passaram a seguir o modelo econômico dos povos dos países industrializados (Norte Global) e a almejar os seus níveis de vida e de consumo. Entretanto a desigualdade entre os PIBs dos dois grupos de nações cresceu e a crise ecológica despontou. Apenas uma meia dúzia de países considerados subdesenvolvidos nos anos 1950 alcançou o status de desenvolvidos nas décadas seguintes (Kothari *et al.*, 2021). A maior parte dos países e da população global continuou a viver em condições de subdesenvolvimento.

Nos anos 1980 o DS emerge quando a noção de desenvolvimento e a promessa de crescimento econômico ilimitado começam a ser postos em xeque por causa dos seus altos custos sociais e ambientais e por causa do crescente distanciamento entre países do Norte e Sul Global. Em 1972, a publicação do influente relatório *Os Limites do Crescimento* (Meadows *et al.*, 1972) colocou no centro do debate sobre desenvolvimento um possível colapso ecológico que afetaria igualmente povos do Norte e Sul Global. Os autores sugeriam medidas polêmicas, como a limitação do crescimento econômico e do crescimento populacional. Alertaram para o fato de que a expansão dos PIBs estava a ponto de saturar os limites biofísicos do planeta, devido ao crescimento exponencial do consumo de energia, ao escasseamento de bons solos agrícolas e à incapacidade do planeta de absorver os resíduos gerados em volumes crescentes pelos modernos empreendimentos industriais. Paralelamente, o agravamento das desigualdades sociais internas em muitos países exigia uma mudança de paradigma na direção de uma noção de um desenvolvimento que fosse capaz de dar conta das contraprodutividades sociais e ambientais.

Publicado em 1972, *Limites do Crescimento* inadvertidamente prenunciou o que o establishment econômico mundial não esperava. Trinta anos de crescimento sem precedentes do PIB mundial, iniciado logo depois do fim da Segunda Guerra Mundial, sofreu em 1973 um solavanco do qual nem os países ricos se recuperaram totalmente até hoje. O fato causador mais evidente foi o chamado "choque do petróleo", quando um grupo de países exportadores de petróleo aumentou em cerca de 300% o preço do barril do petróleo e embargou exportações para alguns países ricos. Embora Meadows *et al.* (1972) não tivessem previsto isso, a sua crítica ao alto consumo de petróleo e derivados lhes conferiu a imagem de "profetas do caos".

De 1972 em diante, a proposta de DS (ainda sem o seu nome oficial) começou a emergir nos encontros de líderes globais que discutiam saídas para as restrições apontadas em *Os Limites do Crescimento*. Eles buscavam impedir que a noção de um desenvolvimento limitado pelas restrições do ambiente natural ganhasse amplas adesões. Como resultado, paradoxalmente, as soluções sugeridas buscaram tornar o crescimento econômico e o desenvolvimento mais "sustentáveis e inclusivos" por meio de tecnologias, mecanismos de mercado e reformas políticas e institucionais (Kothari *et al.*, 2021, p. 42). O tradicional objetivo de crescimento continuava ativo e tentava se casar com a noção emergente de proteção do meio natural.

Em 1992, 20 anos depois de Limites do Crescimento, Meadows *et al.* (1992) atualizaram as suas argumentações e os seus diagnósticos num novo livro denominado *Beyond the Limits: global collapse or a sustainable future* (Meadows *et al.*, 1992). Entretanto esse livro não repetiu o impacto do seu antecedente de 1972. Acabou ofuscado pelo lançamento oficial e em grande escala do DS, na Rio-92. O lançamento literário do DS em 1987 (ano da edição original de *Our Common Future*) e a sua consagração na Rio-92 neutralizaram em parte a "incômoda" e persistente preocupação com a finitude dos recursos do planeta e consequentemente enfraqueceram as críticas à ideia de crescimento ilimitado do PIB.

De toda forma, a ampla aceitação do DS depois de 1992 mostra que ele teve o efeito de acalmar os ânimos acirrados pelas rivalidades entre os diferentes grupos de nações e pelos conflitos socioambientais. Contudo, essa aceitação não rompeu com a causa profunda dos problemas ambientais: o paradigma do crescimento ilimitado. Gomez-Baggethun (2021) analisou os principais relatórios globais de sustentabilidade publicados desde 1987 e encontrou em todos a defesa do crescimento econômico contínuo e global. Até a recente Agenda Global da ONU para 2030, consolidada nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) atualmente vigentes, acolhe o crescimento econômico acelerado como um meio e como um fim a ser perseguido. Isso aparece ostensivamente no ODS 8, cuja meta é o crescimento do PIB dos países do Sul Global (ou "em desenvolvimento") em nada menos que 7% por ano (ONU, 2015). Isso levaria as economias de mais de uma centena de países a duplicarem os seus PIBs a cada 10 anos, ou seja, a velha "PIBmania" continua viva e saudável.

Esse paradigma persiste porque continua forte a descrença sobre a finitude dos recursos naturais em escala planetária. Ele é alimentado pela crença de que sempre haverá substitutos ou soluções tecnológicas para os recursos naturais que se tornarem escassos. Paralelamente, emergiu a noção de que é possível gerar crescimento usando cada vez menos recursos materiais e energéticos. Isso se daria por meio de uma reconfiguração dos processos produtivos com base na eficiência energética, na inovação tecnológica e na montagem de uma economia baseada mais em serviços do que em produtos (Veiga, 2012). Mas essa ideia, traduzida em expressões, como "desmaterialização da economia" ou "desacoplamento econômico-ambiental", é viável apenas em parte e apenas em alguns setores da economia de alguns países. Por exemplo, nos últimos anos caiu a quantidade de energia primária gasta por dólar de PIB nos Estados Unidos, mas o consumo total de energia continuou a crescer no país (Veiga, 2012). O uso de carvão mineral, o combustível por excelência das revoluções industriais originais, bateu recordes históricos em escala global em 2022, 250 anos depois do deslanche da industrialização (IEA, 2022). Não há sinal de que a desmaterialização tenha alcançado um nível significativo na economia global. Na realidade, na história mundial recente, a redução absoluta do consumo de energia e matérias-primas só aconteceu durante períodos de recessão econômica, ou seja, em momentos de tropeços ou reversões do PIB (Kothari et al., 2021).

Nesse debate sobre o crescimento econômico, a discussão sobre a economia e a questão ambiental dos países do Sul Global envolveu diferentes crenças. Inicialmente, diplomatas e pesquisadores ligados aos países do Sul Global acusaram o paradigma da obra *Limites do Crescimento* de restringir o crescimento dos seus países, em favor dos países ricos (Du Pisani, 2006). Eles criticaram a imposição de quaisquer limites ao crescimento das economias subdesenvolvidas, posição que ainda é defendida nos fóruns mundiais e nos círculos diplomáticos e acadêmicos. Por outro lado, os partidários do crescimento econômico dentro e fora do Sul Global argumentaram que a pobreza seria a principal responsável pela degradação ambiental nos países pobres (Gomez-Baggethun, 2021). Eles sustentaram – e ainda sustentam – que os países pobres teriam que crescer primeiro para depois priorizar a qualidade ambiental.

Mas a combinação da Rio-92, da obra *Nosso Futuro Comum* e do DS ajudou a criar um consenso diferente. A Agenda 21, documento aprovado na Rio-92, reconheceu que o padrão de consumo dos países ricos, "geralmente considerado nocivo ao meio ambiente, ineficaz e dispendioso", seria o grande responsável pela crise ambiental global. Apesar disso, ao mesmo tempo, o documento reiterou que a "pobreza e a degradação do meio ambiente estão estreitamente relacionadas" (ONU, 1992, p. 33). Nunca houve um acordo (i) sobre a necessidade de os países ricos renunciarem ao seu padrão de consumo e (ii) para que os países do Sul Global abrissem mão de sua pretensão de alcançar esse mesmo padrão, quando chegasse o "seu momento" (Becker; Nascimento; Vianna, 2007).

As incertezas do DS para os países do Sul Global causaram controvérsias, mas não vamos abordá-las aqui. Ainda que haja questões importantes ligadas ao poder, à justiça e aos direitos, essas controvérsias não escapam do paradigma vigente do crescimento acelerado. Esse, sim, é o principal problema do DS – a sua persistente adesão ao desenvolvimentismo.

Um conceito científico vago

A definição mais famosa do DS propõe um contrato entre gerações. Esse contrato aparece de forma elegante na famosa estrofe de *Nosso Futuro Comum* que assim define o DS: é o desenvolvimento que "atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem às suas [necessidades]" (CMMAD, 1988, p. 9). Essa definição pede que a geração atual pense no bem-estar das gerações futuras, o que lhe dá um forte apelo ético e impacta os campos político e ideológico. Mas empatia não serve para fundamentar estudos científicos. Além de oscilar entre o prescritivo e o utópico, o contrato/conceito sofre de várias inconsistências:

> **(i)** *ele é "materialmente" impossível, pois as gerações futuras nunca estarão presentes para "assinar" o contrato com as gerações atuais e assim lhe dar concretude;*
>
> **(ii)** *a geração atual não pode saber com certeza se está consumindo recursos de um modo que garanta reservas para as gerações futuras;*
>
> **(iii)** *toda decisão tomada agora sobre o uso de recursos cria limitações e fecha opções para o futuro;*
>
> **(iv)** *nenhuma geração atual pode saber com certeza o que as gerações futuras desejarão ou do que elas precisarão; pode, no máximo, adivinhar. As necessidades humanas mudam sem parar e é improvável que gerações futuras precisem de todas as coisas e das mesmas coisas de que a geração atual precisa hoje;*
>
> **(v)** *para fins de pesquisa científica, é difícil haver consenso sobre quais são as necessidades básicas atuais e muito menos sobre as necessidades básicas futuras.*[4]

4 Disponível em: https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/. Acesso em: 15 dez. 2024.

Há mais a considerar. As atuais questões socioambientais carregam um elemento contrafactual que desafia a ciência derivada do DS. Se uma sociedade toma uma determinada medida para prevenir um desastre ambiental, por exemplo, nunca saberá se ele foi evitado por causa dessa medida ou se houve interferência de outros fatores, ou seja, diante de um risco, o próprio sucesso de uma medida talvez a faça parecer desnecessária. Giddens (1996) descreveu os riscos gerados pelo modo de vida da modernidade, muitos deles ligados à exploração da natureza, e os categorizou como "riscos de grandes consequências". Esses riscos têm inúmeras causas que se mesclam, se potencializam e geram consequências imprevisíveis.

Um exemplo emblemático, segundo Giddens, é o das mudanças climáticas. Por não ter precedentes claros em tempos históricos, esse tipo de risco desafia os procedimentos usuais da ciência e exige que se pressuponha que as hipóteses estejam certas. Além disso, qualquer esforço de minimizar esse risco por meio de uma solução técnica pode produzir novos riscos e efeitos colaterais que só serão percebidos muito mais tarde (Giddens, 1996). O campo científico derivado do DS está repleto de riscos que pertencem a essa categoria, cujas ocorrências e consequências não são comprováveis pelos métodos científicos disponíveis. Lidar com a incerteza exige critérios científicos muito claros que nunca foram definidos pelo DS.

Mesmo para finalidades mais simples, faltam critérios objetivos ou instrumentos definitivos para identificar se o desenvolvimento de um país ou de uma região está avançado ou não numa direção mais sustentável. Os próprios ODS são difíceis de usar como instrumentos de avaliação. Os objetivos e as metas dos ODS interagem entre si e contêm antagonismos (*trade-offs*). O cumprimento de uma meta (por exemplo, ampliar o acesso da população à energia) pode afetar negativamente outra meta (reduzir a emissão de gases de efeito estufa pelos sistemas energéticos). Ainda não existe uma estrutura metodológica que suporte a agregação do conhecimento e que aborde de forma sistemática essas interações e esses antagonismos (Nilsson et al., 2018).

O DS mereceu centenas de definições ao longo de quase quatro décadas. Houve um crescimento notável das pesquisas no campo do DS, mas faltam ferramentas específicas e consensuais para as pesquisas empíricas. Cada autor tende a desdobrar o conceito, criar indicadores, acrescentar dimensões analíticas ("sustentabilidade cultural", por exemplo), ou usar dados diferentes dos usados pelos demais estudiosos. O diagnóstico de que algo é sustentável frequentemente se baseia apenas em evidências de que a atividade X gera menos impactos que a atividade Y.

Isso tudo faz do DS um conceito científico contraditório e vago, cuja aplicação dá margem a diferentes interpretações. Uma busca por *"sustainable development"* no portal Google Acadêmico gera 3 milhões de resultados. É fácil perceber a enorme quantidade de entendimentos, muitos deles mutuamente excludentes, que movem o campo científico do DS em todas as direções.

Um contrato entre humanos, o centro do mundo

Há outra limitação no "contrato intergeracional" proposto pelo DS: ele vale principalmente para beneficiar (i) as gerações humanas atuais e (ii) as gerações humanas futuras, ou seja, ele é eminentemente antropocêntrico. Ele privilegia as relações dos humanos de hoje entre si e as relações entre os humanos de hoje com os humanos do futuro. A proposta desse contrato é altruísta e louvável, mas levando em conta a pretensão explícita do DS de pautar estudos, políticas e práticas sobre as relações entre humanos e natureza, a sua opção preferencial pelos humanos e pelo social acaba deixando a natureza de lado, senão de fora. Esse antropocentrismo nasce da antiga

premissa judaico-cristã de que um "Deus" único, onisciente, onipotente, masculino e antropomórfico criou tudo, inclusive a natureza, e entregou toda a sua criação para ser usada à vontade pelas suas crias preferidas, feitas à sua imagem – nós, os humanos. O DS incorpora essa visão tradicional e coloca os humanos em um lugar oposto à natureza (em vez de sustentar que eles fazem parte dela). Tal como quase todas as demais escolas de pensamento econômico anteriores e contemporâneas ao DS, essa visão legitima a exploração desenfreada dessa natureza.

A evidência mais emblemática desse antropocentrismo talvez resida em como o DS enxerga o papel dos humanos na extinção de espécies em décadas recentes. Estamos passando por perdas excepcionalmente rápidas de espécies e *habitats*: em 100 anos ocorreu uma quantidade de extinção de espécies de animais vertebrados que em uma taxa natural de extinção poderia levar até 10.000 anos para acontecer. O estudo de Ceballos et al. (2015) é um entre vários que mostram que está em curso a "sexta extinção em massa", que difere das anteriores pelo fato de ocorrer principalmente por causa dos efeitos da atividade humana. Ceballos et al. (2015) mostram também que a taxa atual de extinções está crescendo e que as principais causas disso são geradas pelos humanos – a perda de *habitats*, a superexploração dos recursos para fins produtivos e as mudanças climáticas.

O DS não exibe um senso de urgência quanto a isso; pelo contrário, ele tolera a extinção. Conforme destacam Campagna et al. (2017), *Nosso Futuro Comum* encara explicitamente a eliminação de outras espécies como efeito colateral inevitável do desenvolvimento:

> *Toda nação dispõe apenas de recursos limitados para lidar com as prioridades de conservação. O dilema consiste em como usar esses recursos com o máximo de eficiência. [...] Só será possível tomar medidas precisas para salvar um número relativamente pequeno das espécies mais importantes. Como essa escolha é dificílima, os planejadores precisam tornar as estratégias de conservação o mais seletivas possível (CMMAD, 1988, p. 181-182).*

Em outras palavras, a espécie humana teria a missão de decidir quais formas de vida serão salvas (as mais "importantes") e de quais formas de vida podemos prescindir. Isso seria um dos preços a pagar para salvar as futuras gerações da nossa própria espécie.

Campagna *et al.* (2017) consideram essa "missão" uma catástrofe moral. Afinal, se extinções decorrem de estratégias de desenvolvimento, então existem escolhas a fazer. Portanto, há um componente moral embutido nessas escolhas. Os autores vão além: mostram que o próprio discurso do DS tem um elemento central que leva ao desprezo por outras formas de vida: a sua linguagem utilitarista. Embora não seja exclusiva do DS, seria de esperar que essa linguagem não coubesse em um paradigma que se anunciou como inovador. Eis três expressões que *Nosso Futuro Comum* usa para descrever o ambiente natural: "bens e serviços naturais", "serviços ecossistêmicos", e "capital natural". Elas traduzem a natureza como um conjunto de recursos a serem consumidos pelos humanos. Ainda que essas metáforas bem-intencionadas possam ajudar a entender a importância propriamente social e econômica da natureza, elas produzem também um efeito contrário. Como existem dificuldades de entender o valor da natureza em si, frequentemente nós a "monetizamos" (lhe atribuímos valor monetário) para justificar a sua conservação (ou não conservação). Os autores sustentam que a linguagem do DS limita a nossa abertura a novos valores, pois restringe o pensamento aos valores com os quais estamos acostumados.

Se fosse para ser utilitarista, o DS poderia e até deveria ser explícito. Em 1910, por exemplo, 90 anos antes do DS, o engenheiro florestal e conservacionista estadunidense Gifford Pinchot (1865-1946) assim definiu a conservação da natureza: "A conservação é o uso, a preservação e/ou a renovação planejados de florestas, águas, solos e minerais, de modo a gerar o máximo de benefícios, para o maior número de pessoas, pelo maior período de tempo" (Pinchot, 1910, p. 48, tradução nossa).

Essa definição de conservação não difere muito da que está implícita no DS, a não ser por assumir nitidamente uma visão utilitária. Pinchot, ao enfatizar o "máximo de benefícios", o "maior número de pessoas" e o "maior período de tempo", mostrou preocupação de satisfazer as necessidades da geração atual e ao mesmo tempo de destacar as gerações futuras como beneficiárias do seu conceito de conservação, pois elas viverão naquele futuro que está implícito na expressão "maior período de tempo". Curiosamente, *Nosso Futuro Comum* não cita o famoso Pinchot como um precursor do DS, o que seria correto e justo.

Décadas antes do DS, já havia uma linha crítica a favor de uma mudança no nosso sistema de valores em relação à natureza. Outro conservacionista estadunidense, o engenheiro florestal Aldo Leopold (1987-1948), criticava nos anos 1940 a visão utilitarista da natureza. Propôs a adoção de uma "ética da Terra", que ampliaria os direitos humanos de modo que eles valessem também para a natureza em geral e os seus componentes (Leopold, 1949). Outro ambientalista, o escocês-estadunidense John Muir (1838-1914), desenvolveu, ainda no século XIX, a visão de que a natureza tem um valor intrínseco, para além da sua utilidade para os humanos (Nash, 1989). Nos campos das ciências naturais, da economia ecológica, da ecologia política, entre outros, há hoje duras críticas ao DS pela sua incapacidade de articular o valor intrínseco da natureza e por atrasar as mudanças urgentes e necessárias para a conservação.

Banalização

O DS é um conceito complexo que envolve conflitos e interesses antagônicos e que propõe a instauração de uma nova relação entre humanos e natureza. Ele representa a ambição de um autêntico avanço civilizatório. Apesar disso, frequentemente ele aparece esvaziado desse conteúdo complexo e profundo e assume um caráter simplista e maleável que faz com que ele sirva para tudo. Não é "culpa" do DS, mas ele se torna um instrumento fácil para esse tipo de abuso.

Voltemos ao contrato intergeracional. Como afirmamos acima, o DS tem um sadio conteúdo político, ideológico e emocional ao ressaltar a preocupação com as gerações futuras. No entanto, nada há de original nisso. Não há qualquer conjunto minimamente consistente de ideias sociais, políticas, filosóficas, etc. no qual falte uma preocupação explícita ou implícita com os interesses das gerações futuras. O ideal de que haja vida melhor para as pessoas do futuro é um traço comum até mesmo aos totalitarismos fascistas, nazistas e comunistas. O discurso do DS foi adotado tão amplamente, pelo menos em parte, por soar tão positivo e generoso para com os humanos de amanhã. É difícil encontrar nos últimos 20 anos atores individuais ou coletivos que se declarem abertamente contra o DS, a sustentabilidade e o bem-estar das pessoas do futuro. Pelo contrário, opor-se ao DS aparenta ser contra o que é bom para a humanidade.

Mas o preço disso é que os critérios usados no dia a dia para alegar ou identificar a sustentabilidade variam enormemente. Um empresário, num evento público de ambientalistas, declara emocionado que sua empresa é sustentável porque pertence à sua família há quatro gerações; um gestor retoma uma política pública abandonada há anos por seus antecessores e declara que ela é sustentável apenas porque foi reto-

mada, sem levar em conta a sua longa interrupção; uma empresa planta mil árvores em torno de sua altamente poluente fábrica e divulga isso como uma prática sustentável; uma fábrica que reduz o seu consumo de água em 20% apregoa que essa é uma medida de sustentabilidade sem informar que o rio de onde vem a água está com o volume mais baixo registrado em décadas; o fabricante de um veículo que consome menos combustível anuncia que isso faz dele um produto sustentável. Os exemplos desses usos duvidosos não têm fim.

O DS se tornou banal, mas, mais do que isso, o seu discurso perdeu a pretensão de uniformidade. Até corporações acusadas de violar as virtudes mais elementares que o DS enaltece fazem pequenos ajustes e prontamente se declaram sustentáveis, sem constrangimento. Talvez o mais perverso uso do DS e da sua derivada "sustentabilidade" ocorra no campo do consumismo. O consumismo consta de propagandas de todo tipo de mercadoria, mesmo que a sua finalidade seja incompatível com a "saúde" da natureza, como produtos descartáveis, embalagens não reaproveitáveis ou agrotóxicos.

A associação de qualquer produto ao DS e à sustentabilidade não é deletéria por ser eventualmente mentirosa – essa associação é mais problemática por alimentar a ilusão de que é possível manter o atual padrão de consumo (ou até expandi-lo com base em novas "necessidades" atraentes) desde que se adotem processos, soluções e tecnologias supostamente limpos. Em outras palavras, o uso ostensivo do discurso do DS passou a dar a falsa sensação de que algo foi feito no sentido da sustentabilidade ou que, caso ainda não tenha sido feito, basta seguir esse caminho para chegar ao DS.

Receita única para um mundo plural

A nossa sexta e última crítica ao DS diz respeito ao seu caráter universalista. Existem quase 200 países espalhados pelo planeta, com culturas e necessidades diferentes; muitos deles têm marcantes diversidades sociais internas. Mas o DS postula uma agenda global, uma receita única para alcançar o "nosso futuro comum". Ele pressupõe que há uma compreensão única de futuro e do que significa ter uma "vida boa", como se ela fosse desejada por todos e aplicável a todos. A "verdade" formulada pelos proponentes do DS deve ser assumida por todos os habitantes do planeta. Homogeneizar necessidades e desejos tão numerosos e variados tende a consagrar uma imposição.

Kaul *et al.* (2022) argumentam que a "vida boa" que o DS sugere como universal é criticável, pois corresponde a um determinado conjunto de normas euro-estadunidenses impostas a outras regiões para expandir e padronizar um estilo de vida ecologicamente destrutivo e socialmente problemático. A padronização é brutal. Não coincidentemente, além da perda da biodiversidade e da ocorrência de graves problemas sociais, a humanidade está perdendo diversidade de línguas e culturas (Gorenflo *et al.*, 2012), intrinsecamente ligadas a outras noções de "vida boa", a outros entendimentos da natureza e a outros sistemas de organização social, política e econômica.

Kothari *et al.* (2021) incluem o DS no leque de inovações reformistas que o Norte Global propõe para o resto do mundo, junto com a "economia circular", o "ecomodernismo" e outras noções recentes apresentadas como soluções universais. Eles apontam que essas propostas vêm na esteira do "velho" desenvolvimentismo e dão continuidade aos mecanismos de dominação e manutenção do poder político, econômico e cultural do Norte Global. A proposta do DS traz em si as formas características de como o Norte Global entende o mundo: os dualismos humanos/cultura vs. natureza; homem vs. mulher, conhecimento tradicional vs. ciência. Como consequência,

o DS conserva – mesmo que não deliberadamente – a noção da ciência como única produtora de verdade e os valores antropocêntricos, racistas e patriarcais, ou seja, ao impor a sua agenda universalizante, o DS replica em escala global o ideal de um único sistema de conhecimento, de organização e de vivência. Dessa forma, ele ignora alternativas, experiências e éticas praticadas em várias partes do mundo e que são mais adequadas para promover benefícios sociais e ambientais – bons exemplos delas constam em outros capítulos deste livro.

Considerações finais

O DS não foi sempre o mesmo. O conceito foi ganhando os conteúdos atribuídos pelos diferentes interesses que o disputaram e ainda o disputam. Críticos moderados ressaltam as suas origens ambiciosas e as suas as boas intenções; críticos mais rigorosos sustentam que o DS é uma utopia conveniente ou clamam pelo seu abandono. Há ainda muitas pessoas que simplesmente ignoram o DS.

Conhecer as críticas ao DS é particularmente importante para as pessoas que estão ingressando nas carreiras socioambientais. O Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Universidade de Brasília, do qual este livro é um produto, é um espaço acadêmico plural, que busca o compromisso com a ética e o diálogo entre saberes. Os seus pesquisadores estão atentos às críticas e às disputas que envolvem o DS e buscam repassá-las para os estudantes nos seus textos e nas suas aulas.

Para os autores deste texto, o DS é, no máximo, uma "ideia-força", influente, mas falha tanto como conceito científico, como ideal, e como simples declaração de valores. Ele não é apropriado para a pesquisa científica. Além disso, é antropocêntrico, etnocêntrico, homogeneizante, e contraditoriamente preso à fé no crescimento econômico. O seu conteúdo vem sendo diluído por causa do uso inadequado e da contínua incorporação de ideias acessórias. Até agora ele se revelou infrutífero e até contraproducente para despertar novos valores. O DS mantém valores antigos, mas os mascara com uma postura positiva favorável a uma mudança na qual cabe tudo, inclusive o agravamento da crise que ele busca transformar. Na realidade, como apontam Kothari et al. (2021), o DS é uma solução reformista, não transformadora. Apesar do aparente avanço representado pela sua preocupação com a natureza, fatos como o crescimento do consumo de recursos naturais e do número de espécies extintas demonstram que a crise é mais urgente do que era antes do surgimento da ideia do DS.

Mesmo com todas as suas inconsistências, o DS se disseminou e se tornou uma espécie de modelo de como devemos nos relacionar com a natureza, um farol a ser seguido. Em texto recente, Sachs (2021) descreve e critica toda a linha de pensamento econômico da "era do desenvolvimento", ou seja, desde os anos 1950 até hoje, e inclui o DS entre as formulações problemáticas. Para ele, o erro maior do DS é insistir na categoria-chave do desenvolvimento como o caminho único para a evolução social. A partir dos anos 1950, essa categoria, nas suas muitas derivações, serviu para justificar a divisão dos poderes nas escalas nacional e internacional no mundo contemporâneo. Propostas e conceitos de desenvolvimento – inclusive o DS – são sobrevivências que vicejam dentro do *status quo* Norte Global vs. Sul Global.

Em vez de persistir com o DS como uma panaceia para as crises globais, uma proposta mais coerente é contribuir para o protagonismo das múltiplas propostas que resistem às ideias universalizantes. Elas existem em diversas partes do planeta e incluem sistemas de conhecimento, valores e visões de mundo com perspectivas de como conciliar entre si os diferentes modos de vida dos povos do planeta Terra e as outras formas de vida que dividem o planeta conosco.

REFERÊNCIAS

» BECKER, B. K.; NASCIMENTO, E.; VIANNA, J. N. DE S. (Eds.). Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

» CAMPAGNA, C.; GUEVARA, D.; LE BOEUF, B. Sustainable development as deus ex machina. Biological Conservation, v. 209, p. 54–61, 2017.

» CEBALLOS, G. et al. Accelerated modern human–induced species losses: entering the sixth mass extinction. Science Advances, v. 1, n. 5, 2015.

» COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/271748594/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues#. Acesso em: 18 jan. 2023.

» DALY, H. E. (ed.). Toward a steady-state economy. San Francisco: W. H. Freeman, 1973.

» DU PISANI, J. A. Sustainable development – historical roots of the concept. Environmental Sciences, v. 3, n. 2, p. 83–96, 2006.

» GIDDENS, A. Para além da esquerda e da direita – o futuro da política radical. São Paulo: Unesp, 1996.

» GOMEZ-BAGGETHUN, E. Desenvolvimento sustentável. In: KOTHARI, A. et al. (ed.). Pluriverso: dicionário do pós-desenvolvimento. São Paulo: Editora Elefante, 2021.

» GORENFLO, L. J. et al. Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 109, n. 21, p. 8032–8037, 2012.

» IEA. The world's coal consumption is set to reach a new high in 2022 as the energy crisis shakes markets. Disponível em: https://www.iea.org/news/the-world-s-coal-consumption-is-set-to-reach-a-new-high-in-2022-as-the-energy-crisis-shakes-markets. Acesso em: 17 jan. 2023.

» KAUL, S. et al. Alternatives to sustainable development: what can we learn from the pluriverse in practice? Sustainability Science, v. 17, n. 4, p. 1149–1158, 2022.

» KOTHARI, A. et al. (ed.). Pluriverse: a post-development dictionary. New Delhi: Tulika Books; Authorsupfront Publishing Services, 2021.

» LEOPOLD, A. A Sand County almanac, and sketches here and there. Island Press/Center for Resource Economics, 2014. [1949]

» MCNEILL, J. R.; ENGELKE, P. The great acceleration: an environmental history of the Anthropocene since 1945. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 2016.

» MEADOWS, D. H. et al. Beyond the limits: global collapse or a sustainable future. United Kingdom: Earthscan Publications, 1992.

» MEADOWS, D. H. et al. Limites do crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. São Paulo: Perspectiva, 1972.

» NASH, R. F. The rights of nature: a history of environmental ethics. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 1989.

» NILSSON, M. et al. Mapping interactions between the sustainable development goals: lessons learned and ways forward. Sustainability Science, v. 13, n. 6, p. 1489–1503, 2018.

» ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html. Acesso em: 18 jan. 2023.

» PINCHOT, G. The fight for conservation. New York: Doubleday, 1910.

» SACHS, W. The development dictionary revisited. In: KOTHARI, A. et al. (ed.). Pluriverse: a post-development dictionary. New Delhi: Tulika Books; Authorsupfront Publishing Services, 2021.

» VEIGA, J. E. da. Economia em transição. In: STEINER, A.; ALMEIDA, F. (ed.). Desenvolvimento sustentável 2012-2050: visão, rumos e contradições. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2012. p. 255.

» WORLD COMMISSION ON THE ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

5. ALTERNATIVAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: O PÓS-DESENVOLVIMENTO

Nayara Rodrigues Marques [1]
Renata Camargo de Araújo [1]
Elimar Pinheiro do Nascimento [1]

Resumo

O desenvolvimento sustentável (DS) não se desvinculou da ideologia do crescimento econômico. Ele é insuficiente para equacionar os atuais desafios da humanidade, ainda que tenha gerado iniciativas importantes. Isso abriu caminho para alternativas que podem ser agrupadas na expressão "pós-desenvolvimento". Este capítulo visa examinar essas alternativas pós-desenvolvimentistas. Resume os antecedentes do movimento do pós-desenvolvimento e trata da sua origem e das suas características gerais. Apresenta três grandes grupos de alternativas pós-desenvolvimentistas: (i) as que se ligam aos estilos de vida de povos originários; (ii) as que remetem a religiões e filosofias; e (iii) as que se vinculam a experiências concretas. O texto aprofunda o tratamento das três proposições alternativas mais disseminadas na cultura ocidental: o decrescimento, a economia solidária e a agroecologia, enfatizando os seus pontos comuns e os seus traços utópicos. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Quais são as insuficiências do desenvolvimento, incluindo o desenvolvimento sustentável? (ii) Quais fatores levaram à emergência das propostas pós-desenvolvimentistas? (iii) Quais são as condições desejáveis para as sociedades humanas contemporâneas, e como podemos nos posicionar nesses debates?

Introdução

A vida surgiu na Terra há cerca de 3,6 bilhões de anos e só progrediu para formas mais complexas quando a percentagem de oxigênio na composição na atmosfera chegou a 23% (Lovelock, 1991). Essa composição está hoje alterada, com o crescimento da participação de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Steffen *et al.* (2018) identificaram processos de retroalimentação que podem conduzir a Terra a um aquecimento contínuo, acompanhado por um desequilíbrio na composição da atmosfera que pode ameaçar a continuidade da vida. Cerca de um milhão de espécies estão atualmente ameaçadas de extinção. Para alguns estudiosos (Cowie *et al.*, 2022; Kolbert, 2015), estamos vivenciando a sexta extinção em massa da vida na Terra.

O ser humano vem se integrando à teia da vida como uma ameaça a ela (Moore, 2022). Essa ameaça se agravou a partir da Revolução Industrial no século XVIII, que fez crescer aceleradamente o consumo humano de recursos naturais e de energia, levando a uma participação crescente de CO_2 na composição da atmosfera. Esse consumo chegou a níveis inéditos após a Segunda Guerra Mundial, quando a aceleração do crescimento econômico levou a uma crise ecológica denunciada desde os anos 1970 (Ehrlich, 1970; Meadows *et al.*, 1972). Uma resposta, construída a partir de um apelo global da ONU por uma ação coordenada para enfrentar essa crise, foi a do desenvolvimento sustentável (DS) (World Commission on Environment and Development, 1987). Contudo, o DS tem se revelado insuficiente para compreender e enfrentar essa crise, apesar de esforços consideráveis nesse sentido (Campagna; Guevara; Le Boeuf, 2017; Ripple *et al.*, 2017).

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

Apesar das muitas críticas que recebeu, alguns autores consideram o DS uma proposta viável. Para Veiga (2008), ele é a grande utopia do século XXI. A proposta do DS, após enfrentar anos de resistência nos meios empresariais e políticos, foi reforçada pelo seu formulador original, a ONU, na forma dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), lançados em 2015. Os ODS têm recebido a adesão de pesquisadores renomados (Clark; Harley, 2020; Veiga, 2010; Weizsäcker; Wijkman, 2018).

Em um contexto de incertezas e riscos globais (Nascimento, 2020), os humanos terão que decidir entre persistir nos caminhos do desenvolvimento tradicional, ou do desenvolvimento sustentável, ou criar novos caminhos. As alternativas propostas correntemente podem ser agrupadas sob a expressão "pós-desenvolvimento". O objetivo deste capítulo é examinar alternativas pós-desenvolvimentistas apresentadas no livro *Pluriverso* (Kothari *et al.*, 2021). Antes, porém, abordamos sucintamente os antecedentes do pós-desenvolvimento.

Antecedentes: o desenvolvimento, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável

As proposições do pós-desenvolvimento se contrapõem tanto à noção tradicional de desenvolvimento quanto à noção de DS. Embora essas duas noções sejam focalizadas em outros capítulos deste livro, é relevante tratar delas brevemente aqui.

Desenvolvimento é uma noção de múltiplos sentidos, utilizada em diversas áreas do conhecimento – economia, sociologia, psicologia, biologia, pedagogia, entre outras. Para os fins desta seção, ela se refere ao desenvolvimento econômico e social das sociedades humanas. Nisbet (1969) considera que a noção de desenvolvimento é, sobretudo, uma metáfora que ganhou força no mundo ocidental a partir do século XVIII. Originalmente, foi associada à ideia de progresso: uma marcha linear do inferior ao superior, de sociedades produtoras de poucas riquezas materiais para produtoras de muitas riquezas, mais modernamente uma marcha de sociedades subdesenvolvidas para sociedades desenvolvidas (Rostow, 1960). Com o Iluminismo do século XVIII, a ênfase na razão indicou que os humanos podiam progredir na compreensão do mundo, dominá-lo e transformá-lo segundo as suas necessidades e vontades, percorrendo um processo civilizatório, para usar a expressão de Elias (1990).

A noção contemporânea de desenvolvimento foi construída após a Segunda Guerra Mundial. Teve um primeiro uso público no famoso discurso de posse do presidente estadunidense Harry S. Truman, em janeiro de 1949. Ele argumentou que perseguir o desenvolvimento deveria ser a meta de todos os países pobres, que ele chamou pioneiramente de subdesenvolvidos. Desde então, e pelo menos até 1989, em meio à Guerra Fria, o desenvolvimento foi objeto de muitos debates entre estudiosos (Cowen; Shenton, 2005). Como afirma Agostinho (2007), a ampla aceitação do discurso do desenvolvimento levou mais da metade dos países e a maioria da humanidade a serem vistas e a se verem como subdesenvolvidas, o conceito que fazia contraponto com desenvolvidas. Essa parte da humanidade passou a perseguir o objetivo de crescer economicamente de forma contínua tal como os povos das sociedades ricas. Assim, o crescimento econômico virou sinônimo de desenvolvimento, apesar de serem duas formulações distintas (Sen, 2010).

Durante a segunda metade do século XX, o conceito de desenvolvimentismo reinou, mas surgiram ou ressurgiram duas desconfianças em relação a ele. A primeira desconfiança era se o modelo de desenvolvimento econômico adotado pelos países capitalistas seria viável a longo termo para esses países e os demais países (Furtado, 1974). A segunda era se esse desenvolvimento poderia criar um futuro melhor para a

humanidade. Hoje, apesar de muitos estudiosos ainda acreditarem que o nosso futuro será o de um mundo melhor (Pinker, 2018; Smil, 2021), outros pensam o inverso (Gilding, 2014; Wallace-Wells, 2019). Ademais, há crescentes desconfianças epistemológicas quanto à nossa capacidade de prever o futuro (Morin, 2007; Taleb, 2008), o que deixa a questão em aberto.

Na década de 1970, a humanidade começou a aprender que o desenvolvimento econômico, da forma pela qual ele operava, era inviável. Isso ocorreu principalmente por influência das obras de Georgescu-Roegen (1971) e de Meadows *et al.* (1972), entre outras. Simultaneamente, a ONU começou a formular alternativas. A primeira nasceu em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia. Esse evento resultou do trabalho de Maurice Strong e Ignacy Sachs, que propuseram o conceito de ecodesenvolvimento. O conceito sofreu a oposição do governo estadunidense, entre outros, mas continuou a ser discutido depois de encerrado o evento de Estocolmo. Na década seguinte, a mesma ONU divulgou outra formulação, o desenvolvimento sustentável (DS), que alcançou aceitação e prestígio. Ela foi apresentada num documento intitulado *Our Common Future*, mais conhecido como Relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987). Ele definiu o "novo modelo" de desenvolvimento como aquele que "atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas [necessidades]". Esse "novo modelo" se contrapôs frontalmente, entre outros autores, às afirmações de Georgescu-Roegen (1971, 2012) e de Meadows *et al.* (1972), para quem o meio o ambiente natural preservado e o desenvolvimento econômico eram mutuamente compatíveis.

Não obstante, o DS ganhou adesões e, desde a década de 1990, enveredou por dois caminhos: (i) a descarbonização; e (ii) a desmaterialização da economia, ou seja, reduzir o uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) e reduzir o uso de recursos naturais por bem produzido. Em Léna e Nascimento (2012), vários autores abordam essa temática. Recentemente, o DS trilha um terceiro caminho, o da requalificação do consumo, que tem três dimensões: (i) a redução pura e simples do consumo nos segmentos sociais mais abastados; (ii) a reutilização e a reciclagem dos produtos (economia circular); e (iii) a eliminação do uso de plásticos e produtos nocivos à natureza (agrotóxicos, etc.).

Apesar de numerosas propostas e iniciativas, os resultados da implantação do DS têm sido pífios. Ripple et al. (2017) mostraram como os sinais de degradação ambiental persistem nessas iniciativas. Rockstrom (2020) chamou atenção para o fato de que houve sucessivos recordes de temperaturas altas no planeta, com aumento do número de incêndios florestais, episódios de secas, desglaciação e inundações de cidades. Meadows (2022) concordou com essas avaliações do DS, afirmando em entrevista recente que o DS não é mais possível, pois a humanidade está vivendo de um modo que vai além da capacidade da Terra de nos sustentar. Ele considera inevitável o declínio de nossa civilização.

O pós-desenvolvimento: origens e ideias gerais

O pós-desenvolvimento nasce de uma dupla refutação: (i) ele refuta o modelo de desenvolvimento econômico vigente, tido como inviável a longo termo; (ii) e ele refuta a proposta do DS, como uma contradição em si, um oxímoro. Portanto, para o pós-desenvolvimento, tanto o modelo vigente quanto o modelo proposto são inviáveis, pois incorporam o princípio do crescimento econômico contínuo em um planeta finito. Em outras palavras, ambos apoiam a ideologia hegemônica do mundo moderno, a ideologia do crescimento. Latouche (2006, p. 11) chama essa ideologia de "religião do crescimento".

Escobar (2007) informa que o termo pós-desenvolvimento foi usado pela primeira vez em 1991, em um colóquio realizado em Genebra (Suíça). As principais obras que discutem o pós-desenvolvimento foram publicadas a partir dos anos 1990 por diferentes autores: Wolfgang Sachs, Arturo Escobar, Gilbert Rist, Majid Rahnema, Victoria Bawtree, Vandana Shiva, Gustavo Esteva, Joan Martínez-Alier, entre outros (Kothari et al., 2021). Aparentemente, o trabalho mais abrangente sobre o pós-desenvolvimento é o dicionário organizado por Kothari *et al.* (2021), intitulado *Pluriverso*, na versão em português.

Escobar (2011) define pós-desenvolvimento como um projeto que estuda mundos e conhecimentos que as ciências apagaram ou compreenderam obliquamente. *Pluriverso* o define como uma "miríade de críticas sistêmicas e maneiras de viver para além do paradigma" do desenvolvimento (Kothari *et al.*, 2021, p. 29). As alternativas propostas pelo pós-desenvolvimento apontam em geral para um estilo de vida (produção e consumo) situado fora do paradigma do desenvolvimento, sem a sua lógica de produção mercantil, de acumulação de riqueza (e desigualdades) e de degradação ambiental. Essas alternativas buscam reduzir desigualdades sociais, melhorar a distribuição das riquezas e mudar a relação entre os humanos e a natureza (Escobar, 2021; Georgescu-Roegen, 2012; Kothari *et al.*, 2021; Latouche, 2009).

Nota-se que estilos de vida alternativos ao desenvolvimento contemporâneo existem há milhares de anos nas culturas de povos originários de todos os continentes. Esses povos precederam o desenvolvimento em milhares de anos e hoje inspiram alternativas pós-desenvolvimentistas. Com o agravamento da crise ecológica (Rees, 2019), essas alternativas ganharam visibilidade e se juntaram a outras, provindas da sociedade moderna, como a proposição de Raworth (2019) ou aquelas contidas nas diversas propostas de "outra economia", como as que aparecem nos textos de uma coletânea organizada por Castells (2019). Raworth propõe, singela e resumidamente, que o mundo adote duas linhas de regulação. A primeira, que poderíamos denominar de linha da dignidade, define o mínimo de bens e serviços que todo ser humano deveria ser capaz de acessar (não apenas renda, mas serviços e bens). A segunda, uma linha superior ou ecológica, define o que cada humano pode consumir sem destruir a possibilidade de outros terem uma vida digna.

No entanto, Gibson-Graham (2005) afirma que o pós-desenvolvimento não deve propor modelos, e sim priorizar e dar visibilidade às vozes marginalizadas, com as suas culturas específicas que não devem ser destruídas. A visão do pós-desenvolvimento não propõe "modelos escaláveis" a serem replicados universalmente. Dessa forma, permite que as alternativas ao desenvolvimento possam ser vistas e vivenciadas como "locais de experimentação produtiva", ao mesmo tempo em que podem servir como "caminhos de resistência" (Kaul *et al.*, 2022, p. 1155).

Esses "locais de experimentação" e "caminhos de resistência" estão, em parte, sintetizados em dezenas de verbetes constantes em Pluriverso. Essa obra tem três partes: a primeira trata de temas introdutórios; a segunda registra iniciativas reformadoras e propostas para "melhorar" o desenvolvimento; e a terceira reúne, em 85 verbetes, as alternativas transformadoras que os autores sugerem como pós-desenvolvimentistas. Ressalta-se que, rigorosamente, nem todas essas iniciativas podem ser definidas como pós-desenvolvimentistas. Apesar disso, os critérios dos autores para selecionar essas alternativas evidenciam a lógica pós-desenvolvimentista do local e da resistência, lógica essa que se traduz nos seguintes critérios: controle justo dos meios de produção; relações de apoio mútuo entre humanos e não humanos; acesso a modos de vida significativos para todas as pessoas; justiça na distribuição horizontal (hodierno) e intergeracional (amanhã) de benefícios; eliminação das discriminações de gênero, classe, etnia, raça, casta e sexualidade; e difusão da paz (Kothari *et al.*, 2021). Essa situação só pode ser atingida com a interrupção do crescimento econômico global e com a adoção de estilos não universais de produção, consumo e de vida.

Os três grandes conjuntos de propostas pós-desenvolvimentistas

Quem imagina que encontrará uma receita para criar uma sociedade inspirada pelo pós-desenvolvimento, livre da lógica do crescimento, global e universalmente factível, terá uma grande decepção. O pós-desenvolvimento não propõe modelos, nem universalismos. Os autores de *Pluriverso* apresentam propostas de valor desigual, distribuídas por todos os continentes e com origens teóricas distintas. Como eles acreditam que as soluções para as mazelas do desenvolvimento serão múltiplas, e não únicas, as propostas geralmente têm alcance local. A maioria, aliás, contempla reflexões ou descrições de práticas de vida diferentes do padrão ocidental ou das cosmovisões dominantes. Algumas se inspiram nas culturas de povos originários, outras em religiões ou filosofias e outras ainda em movimentos culturais modernos. A título de ilustração, seguem alguns exemplos que constam em *Pluriverso*, divididos em três grupos.

O primeiro grupo reúne alternativas inspiradas pelos estilos de vida de povos originários de todo o mundo. Muitas são desconhecidas por não especialistas. Seguem alguns exemplos. A agaciro, que indica valor, autoestima e dignidade, vem de Ruanda. É um projeto anticolonial expresso organizacionalmente na *Agaciro Development Foundation*. A ecologia jainista, da tradição mais antiga do hinduísmo, na Índia, é centrada no princípio da não violência, inclusive com animais e plantas, pois considera que todos os seres vivos merecem respeito e consideração. O hurai é um "conceito antiantropocêntrico que coloca a natureza, os animais e os deuses na frente dos seres humanos, apresentando outra noção de bem-estar e defendendo o povo das mazelas da modernização" (Kothari *et al.*, 2021, p. 366). A espiritualidade da terra, também denominada neopaganismo, animismo ou panteísmo, abrange a senciência, a sacralidade e a ação consciente em relação à natureza. O minobimaatisiiwin, da cultura anishinaabe, no Canadá, significa uma visão holística do mundo e prega o relacionamento amoroso entre a Terra e os outros seres vivos. O *nayakrishi andolon* ou novo movimento agrícola, dos camponeses de Bangladesh, coordena mais de 300 mil unidades familiares focalizadas na conservação da biodiversidade, na noção operacional de propriedade comum e na troca de insumos e conhecimentos. Finalmente, temos o ubuntu, do conceito sul-africano de humanidade, cuja obrigação moral é "cuidar dos outros" (Kothari *et al.*, 2021, p. 559).

Nesse grupo de iniciativas destaca-se para nós, latino-americanos, o bem-viver, que surge de filosofias dos antigos povos dos Andes, como *sumak kawsay* (Quéchua). Está presente também entre os seus descendentes e outros povos originários, como os Aimará (*suma qamaña*), Guarani (*ñandereko*), Kichwa (*allin kawsay*), Mapuche (küme morgen) e Ashaninka (*kametsa asiake*). É uma noção de vida em harmonia com a natureza, indivíduos e comunidades, que permite repensar múltiplas formas de redesenhar as lógicas de produção, distribuição e consumo de bens e as instituições sociais e políticas. O bem-viver, em algumas de suas manifestações, tem uma conotação de resistência ao colonialismo europeu. Influenciou as constituições aprovadas recentemente no Equador e na Bolívia, que reconhecem os direitos da natureza, plantas, animais e outros. O seu projeto passa pela horizontalidade do poder, pela autogestão e pela democracia radical, que possibilitam a construção de uma visão holística da vida (Acosta, 2016).

O segundo grupo de ideias geradas pelo pós-desenvolvimento considera alternativas que remetem a religiões e filosofias mais recentes. Alguns verbetes de *Pluriverso* tratam de algumas dessas proposições idealizadas por autores de distintas proveniências. Eis alguns exemplos. O ecoanarquismo propõe a autossuficiência, o autogoverno e a maximização da independência, por meio da vida coletiva abrigada em economias locais de pequena escala. Há o ecofeminismo, que rearticula as questões de gênero, equidade social, justiça e integridade da natureza. Temos ainda a

Felicidade Interna Bruta (FIB), adotada no Butão (Cavalcanti, 2015), a Teologia da Libertação (Frei Beto, 2021), a ecologia profunda (Naess; Rothenberg, 2009) e o ecossocialismo (Löwy, 2012, 2022), entre outros.

Merece destaque, nesse grupo, o convivialismo, a filosofia da arte de viver juntos. Blaso e Ciccoto Junior (2021) lembram que a palavra convivialismo vem da aglutinação de três palavras ou expressões: *convivium* (banquete), *bonun vitae* (boa vida) e *con-vivere* (viver junto). O convivialismo nasce do movimento criado por intelectuais em torno da teoria da dádiva, do antropólogo Mauss (2003), retrabalhada recentemente por Caillé (2001), Godbout (1999) e, no Brasil, por Nunes e Martins (2001) e Martins (2017, 2023). A teoria da dádiva propõe que o princípio de dar-receber-retribuir seja a base das relações sociais. As obras de Gorz (1975) e Illich (1973) também influenciaram o convivialismo.

Nascimento (2021) aponta que, para o convivialismo, o principal obstáculo à prosperidade humana é o descomedimento. Trata-se da perda do sentido de limites (conceito de *hybris* ou húbris), o desejo de possuir mais e mais que expressa a falta de percepção sobre as consequências do crescimento econômico desmesurado (Boisvert, 2010). Para controlar a *hybris*, o convivialismo propõe cinco princípios: (i) a comum naturalidade, a convivência harmoniosa com a natureza, por termos com ela uma relação de interdependência; (ii) a comum humanidade, pois somos filhos da mesma espécie, alocados no mesmo planeta, com um destino comum; (iii) a comum socialidade, que valoriza as relações de cooperação para a construção de coisas comuns e melhores; (iv) a oposição criadora, por meio de uma comunicação não violenta, que respeita a plena expressão de todos; e (v) o princípio da legítima individualização, pelo qual cada pessoa pode expandir a sua própria individualidade, desde que respeite os outros princípios (Caillé, 2013; Internationale Convivialiste, 2020, p. 35-45; Nascimento, 2020).[2]

O terceiro grupo de verbetes que consta em *Pluriverso* nos remete a experiências mais concretas (movimentos, organizações e práticas) que ocorrem no mundo inteiro, geralmente como expressões locais, ou movimentos intelectuais, como é o caso do decrescimento. Eis alguns exemplos: ecovilas; agroecologias; permacultura; economia solidária; e moedas alternativas. Há também a autonomia zapatista, baseada no sul do México, que organiza os camponeses em uma proposta de vida democrática, solidária e à margem do Estado. Finalmente, há a economia democrática do Curdistão, baseada em princípios de emancipação de gênero e em ecologia, defensora do confederalismo democrático e da autonomia democrática como modelos organizacionais.

Decrescimento, economia solidária e agroecologia: três proposições em disseminação

Esta seção dá destaque ao decrescimento, à economia solidária e à agroecologia (Boccato-Franco; Nascimento, 2013). As duas últimas têm registros de casos práticos no Brasil e interfaces com o primeiro.

Do ponto de vista ecológico e econômico, o decrescimento pode ser definido como a redução da escala de produção e consumo que vise melhorar o bem-estar humano e favorecer as condições ecológicas (Schneider *et al.*, 2010). Conforme Kallis (2011), decrescimento é a redução socialmente sustentável e equitativa da quantidade de matéria-prima e de energia que uma sociedade extrai, processa, transporta e distribui para o consumo e que, na maioria das vezes, retorna para o ambiente natural

2 Uma tradução do Segundo Manifesto Convivialista consta do site do Ateliê de Humanidades: https://ateliedehumanidades.com/convivialismo/

na forma de resíduos. É também, contudo, uma alternativa política que pretende, por meio de um processo democrático, promover mudanças radicais na orientação das instituições políticas e econômicas, no nível macro, e dos valores e aspirações pessoais, no nível micro. Aliás, sob o ponto de vista político, ele é um slogan cujo objetivo é romper com o produtivismo econômico e com a ideologia dominante do desenvolvimentismo e do crescimento ilimitado.

Os estudiosos do decrescimento (Latouche, 2009; Léna; Nascimento, 2012; Martinez-Alier *et al.*, 2010; Nascimento; Tasso, 2019; Schneider *et al.*, 2011) concordam que "é impossível que haja um modelo de decrescimento único, com um programa político geral válido em todos os casos, mesmo no âmbito dos países do Norte e do Sul" (Boccato-Franco; Nascimento, 2013, p. 44). As implicações e o significado do decrescimento e as suas respectivas políticas serão diferentes em cada contexto. No Norte é preciso, no geral, reduzir o consumo; no Sul, o consumo de bens essenciais deve ser ampliado entre os setores mais carentes e reduzido em outros segmentos sociais, mas ambos terão elementos comuns, como, por exemplo, a crítica à modernidade ocidental, a luta pela redução das desigualdades, a defesa da autonomia cultural dos povos, a redução da produção e do consumo de determinados bens (como armas e automóveis), e o prolongamento do ciclo de vida das mercadorias por meio da reutilização e reciclagem (que inspiram a economia circular). Isso significa, entre outras coisas, que o decrescimento deve dialogar com experiências locais, sobretudo nos países do Sul, em busca de uma economia de baixo impacto ecológico (Martinez-Alier *et al.*, 2010).

A economia solidária pode ser definida como um conjunto de práticas e de relações econômicas e sociais fundadas na colaboração solidária e inspiradas por valores culturais que colocam o ser humano como sujeito e finalidade da atividade econômica, em vez da acumulação privada de riqueza e de capital (FBES, 2005). Ela tem como princípios básicos a propriedade coletiva ou associativa, o respeito às liberdades individuais e a busca por solidariedade e igualdade (Singer, 2002). Os proponentes da economia solidária concebem as atividades produtivas como meio para suprir as necessidades humanas, e não para acumular riquezas.

No Brasil, os "empreendimentos econômicos solidários" (EES) são uma das formas de concretização da economia solidária. Trata-se de formas de auto-organização socioeconômica, com administração democrática por meio da autogestão (França Filho, 2007; Lechat *et al.*, 2007; Singer, 2002). Os EES têm os compromissos de criar trabalho, de beneficiar a comunidade ou um coletivo e de adotar mecanismos decisórios baseados numa estrutura democrática. Johanisova *et al.* (2012) consideram que os EES contribuem para o decrescimento porque não enfatizam a maximização do lucro e buscam dar resposta às necessidades reais da população. Eles sustentam que a busca pelo crescimento fica atenuada quando a produção busca satisfazer necessidades reais.

A agroecologia é a ciência da aplicação da ecologia a agroecossistemas sustentáveis. Ela se fundamenta nos conhecimentos e técnicas desenvolvidos por agricultores, num processo de experimentação contínua (Altieri, 2012). É uma forma de manejo dos recursos naturais apoiada na ação coletiva e em cultivos diversificados, em contraposição à lógica da monocultura (Sevilla Gusmán, 2001, 2002). A agroecologia é um tipo de conhecimento interdisciplinar, porque articula a ciência com os saberes populares e tradicionais. Simultaneamente, é um movimento social que reúne camponeses praticantes da agroecologia (Altieri, 2012). No Brasil, muitos camponeses são mobilizados na Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), criada em 2002, e na Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), fundada em 2004.

A ênfase na escala local é um elemento-chave da agroecologia, na medida em que ela realça o valor das comunidades e o abastecimento dos mercados locais (Altieri, 2012). O resgate e a conservação de sementes crioulas e de variedades locais de animais domésticos, a diversificação dos sistemas produtivos, a valorização do autoconsumo, a limitação da propriedade privada, a promoção do trabalho solidário e a restrição ao desperdício são elementos comuns da agroecologia e do decrescimento (Altieri, 2012; ANA, 2006; Sevilla Gusmán, 2001; Van Griethuysen, 2012).

Há cinco convergências entre essas três proposições (decrescimento, economia solidária e agroecologia): (i) o foco na gestão de uma economia local; (ii) o controle dos sistemas produtivos pelos produtores, com propriedades de extensão limitada; (iii) a estratégia de transformação social de "baixo para cima"; (iv) o uso parcimonioso dos recursos naturais e a distribuição das riquezas; e (v) o esforço de recuperação dos conhecimentos, técnicas, valores e hábitos tradicionais.

Vemos, portanto, que essas alternativas ao desenvolvimento têm especificidades e diferenças, de acordo com cada contexto e cada território em que estão inseridas. Para além dos discursos e das elaborações teóricas, na prática o pós-desenvolvimento acontece em experiências locais, com foco em estratégias de transformação que convergem na busca por equidade, bem-estar e sustentabilidade ecológica, como mostram Kaul *et al.* (2022) a partir de estudos de casos. Indivíduos, coletivos, comunidades, redes e iniciativas variados vêm protagonizando experiências que procuram evitar a reprodução de instituições da modernidade capitalista. Não se trata de alternativas que por si sós sejam modelos para "salvar o mundo", e sim de experiências que, de alguma forma, podem trazer lições importantes a serem aprendidas e compartilhadas.

Considerações finais

Essas reflexões sobre o pós-desenvolvimento devem ser completadas por referência às proposições de Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), bem resumidas por Cechin (2010). Ele propõe a proibição da produção de todos os materiais bélicos; a redução programada da população; o fim de todo e qualquer desperdício de energia; a extinção das "bugigangas"; o fim da moda; a oferta de produtos que possam ser consertados; o fim da obsolescência programada; a redução das jornadas de trabalho; e a ampliação das horas de lazer.

Morin (2011) reflete extensamente sobre as reformas indispensáveis para, como diria Krenak (2019), adiar o fim do mundo (dos humanos). Ele parte do princípio de que vivemos uma policrise. Por isso, reformas parciais no plano econômico ou ambiental são insuficientes. É preciso introduzir um conjunto de reformas sistêmicas, abrangendo, entre outras, as dimensões da política, da demografia, da família, do uso de energia, da cidade, do consumo e do trabalho. Todas essas reformas têm que ser levadas a cabo, em conjunto, de forma sistêmica e em modo de retroalimentação.

Há uma proliferação extraordinária de reflexões e proposições para vencer as prisões do desenvolvimentismo, que alguns preferem chamar de alternativas sistêmicas (Azzelini, 2023; Felício, 2021; Ferreira; Solon, 2019). O que existe de comum entre as muitas proposições, filosofias e práticas que compõem o amplo universo do pós-desenvolvimento? De forma resumida, todas rejeitam clara e contundentemente o modelo de economia baseado no crescimento econômico, pois ele leva inapelavelmente à destruição das condições de vida, tanto dos humanos quanto de outras espécies. Para reduzir o consumismo, pregam a vida comedida, austera e restrita aos bens indispensáveis à vida digna (Latouche, 2021). Criticam toda e qualquer ostentação.

Para elas, a felicidade não depende da posse de bens, mas, sim, do bom relacionamento com a natureza, com os animais e com os outros humanos. Ela reside também no prazer de fazer coisas agradáveis ou úteis para si próprio e para os outros, o que significa abandonar a lógica produtivista da acumulação. Todas as alternativas primam por abominar as desigualdades enormes entre os humanos.

Embora não ocorra em todas as alternativas pós-desenvolvimentistas, há também uma rejeição às soluções homogêneas, universalizantes. Há uma valorização generalizada e profunda do local, da sociobiodiversidade, dos costumes específicos de cada povo e de cada comunidade. A maioria dessas alternativas valoriza a diversidade (teórica e prática), em todos os continentes. De maneiras variadas, todas recebem o sopro da utopia, do sonho, do desejo de construir uma sociedade distinta, justa e que respeite a natureza. É relevante destacar, no entanto, que essa dimensão utópica implica também limitações à disseminação e à aceitação das ideias pós-desenvolvimentistas. Essas dimensões representam desafios para a sua operacionalização, especialmente em um contexto da crise ecológica globalizada ou de um mundo em metamorfose (Beck, 2018). Grande parte da visão utópica reside na crença de que as mudanças locais podem se articular umas com as outras e modificar a dinâmica global da economia capitalista.

No entanto, nada indica que o somatório de experiências locais crie um mundo novo. Nem todos os proponentes do pós-desenvolvimento partilham dessa ilusão. Alguns preferem imaginar que experiências pequenas, locais e marginais podem, ao longo do tempo, ganhar fama e visibilidade capazes de induzir outras comunidades a seguir caminhos similares ou parecidos, enquanto a economia capitalista entra em colapso. Afinal, o colapso do sistema é uma ideia cada vez mais disseminada na atualidade (Gilding, 2014; Masaro, 2021).

Ainda que existam lacunas a preencher nos campos teórico e empírico do pós-desenvolvimento, apresentar e destacar as suas alternativas permite que as pessoas se mobilizem para buscar e imaginar outros presentes e futuros possíveis para além do modelo dominante de desenvolvimento capitalista.

REFERÊNCIAS

» ACOSTA, A. O Bem Viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Autonomia Literária/Elefante, 2016.

» AGOSTINHO, A. Post-development: unveiling clues for a possible future. In: ZIAI, A. (Org.). Exploring Post-development, theory and practice, problems and perspectives. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2007.

» ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Expressão Popular/AS-PTA, 2012.

» ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE AGROECOLOGIA. Carta Política do II ENA. ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA, 2006. Disponível em: https://enagroecologia.org.br/download/carta-politica-do-ii-ena/. Acesso em: 04 jan. 2023.

» AZZELINI, D. O movimento autogestionário mundial: uma perspectiva marxista. São Paulo: Lutas anticapital, 2023.

» BECK, U. A metamorfose do mundo: novos conceitos para uma nova realidade. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

» BLASO, V.; CINCOTTO JR, S. Convivialidade, porque sonhos não envelhecem. Revista BIS, ano 12, n. 53, p. 45-47, 2021.

» BOCCATO-FRANCO, A. A.; NASCIMENTO, E. P. do. Decrescimento, agroecologia e economia solidária no Brasil: em busca de convergências. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, v. 21, p. 43-56, 2013.

» BOISVERT, R. Convivialism: a philosophical manifesto. The Pluraliste, v. 5, n. 2, p. 57-68, 2010.

» CAILLÉ, A. O princípio de razão, o utilitarismo e o antiutilitarismo. Sociedade e Estado, v. 16, n. 1-2, p. 26-56, 2001.

» CAILLÉ, A. O Convivialismo: uma ideia nova para evitar a catástrofe. Instituto Humanistas Unisinos, v. 11, 2013.

» CAMPAGNA, C.; GUEVARA, D.; LE BOEUF, B. Sustainable development as deus ex machina. Biological Conservation, v. 209, p. 54-61, 2017.

» CASTELLS, M. Outra economia é possível: cultura e economia em tempos de crise. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

» CAVALCANTI, C. A concepção de desenvolvimento do Butão: uma aplicação inédita dos princípios da economia ecológica. Ciência e Ambiente, n. 50, p. 5-16, 2015.

» CECHIN, A. A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Senac, 2010.

» CLARK, W. C.; HARLEY, A. G. Sustainabillity Science: towards synthesis. Annual Review of Environment and Resources, v. 45, p. 331-386, 2020.

» COWEN, M. P.; SHENTON, R. W. Doctrines of development. London; New York: Routledge, 2005.

» COWIE, R. H.; BOUCHET, P.; FONTAINE, B. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? Biological Reviews, v. 92, n. 2, p. 640-663, abr. 2022.

» ELIAS, N. O processo civilizador: uma história dos costumes. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.

» EHRLICH, P. The population Bomb. California: A Sierra Club Ballantine Book, 1970.

» ESCOBAR, A. "Post-development' as concept and social practice. In: Exploring Post-Development: theory and practice. Problems and Perspectives. 1. ed. Routledge, p. 18-31, 2007.

» ESCOBAR, A. Encountering development: the making and unmaking of the Third World. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 2011.

» FERREIRA, J.; FELÍCIO, E. Por terra e território: por caminhos da revolução dos povos do Brasil. Arataca (BA): Teia dos Povos, 2021.

» FÓRUM BRASILEIRO DE ECONOMIA SOLIDÁRIA. Carta de Princípios da Economia Solidária. 2005. Disponível em: https://fbes.org.br/2005/05/02/carta-de-principios-da-economia-solidaria/. Acesso em: 23 jan. 2023.

» FRANÇA FILHO, G. C. Teoria e prática em economia solidária: problemática, desafios e vocação. Civitas Revista de Ciências Sociais, v. 7, p. 155–174, 2007.

» FREI BETO. Gustavo Gutiérrez, pai da teologia da libertação. Instituto Humanitas Unisinos, 15 jul. 2021. Disponível em: https://www.ihu.unisinos.br/categorias/611080-gustavo-gutierrez-pai-da-teologia-da-libertacao. Acesso em: 15 mai. 2023.

» FURTADO, C. O mito do desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

» GEORGESCU-ROEGEN, N. The Entropy Law and the Economic Process. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

» GEORGESCU-ROEGEN, N. O Decrescimento: entropia, ecologia e economia. GRINEVALD, N.; RENS, I. (Org.) Trad. Maria José Perillo Isaac. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

» GIBSON-GRAHAM, J. K. Surplus possibilities: postdevelopment and community economies. Singapore Journal of Tropical Geography Lecture Series, v. 26, n. 1, p. 4-26, 2005.

» GILDING, P. A grande ruptura: como a crise climática vai acabar com o consumo e criar um novo mundo. Rio de Janeiro: Apicuri, 2014.

» GODBOUT, J. T. O espírito da dádiva. Rio de Janeiro: FGV, 1999.

» GORZ, A. Ecologie et politique. Paris: Galilée, 1975.

» ILLICH, I. A convivencialidade. Sintra: Editora Europa-América, 1973. Disponível em: http://library.lol/main/47196EE79A74E40BF81E4B52D91289A3.

» INTERNATIONALE CONVIVIALISTE. Second manifeste convivialiste: pour un monde post-néolibérale. Paris: Actes du Sud, 2020.

» JOHANISOVA, N.; CRABTREE, T.; FRANKOVÁ, E. Social enterprises and non-market capitals: a path to degrowth? Journal of Cleaner Production, v. 38, p. 7–16, 2012.

» KALLIS, G. In defence of degrowth. Ecological Economics, v. 70, p. 873–880. Elsevier, 2011.

» KAUL, S.; AKBULUT, B.; DEMARIA, F.; GERBER, J.-F. Alternatives to sustainable development: what can we learn from the pluriverse in practice? Sustainability Science, v. 17, p. 1149-1158, 2022.

» KOLBERT, E. A Sexta Extinção: uma história não natural. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

» KOTHARI, A.; SALLEH, A.; ESCOBAR, A.; DEMARIA, F.; ACOSTA, A. Pluriverso: um dicionário do Pós-desenvolvimento. São Paulo: Elefante, 2021.

» KRENAK, A. Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Cia das Letras, 2019.

» LATOUCHE, S. Le pari de la décroissance. França: Fayard, 2006.

» LATOUCHE, S. La apuesta por el decrecimiento: ¿Cómo salir del imaginário dominante? 2. ed. Barcelona: Icaria, 2009.

» LATOUCHE, S. La abundância frugal como arte de vivir. Vilassar del Dart: El viejo Topo, 2021.

» LECHAT, N. M. P.; RITTER, C.; LEMES, F. R. M.; SCHIRMER, T. Gestão de empreendimentos econômicos solidários na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. Civitas. Revista de Ciências Sociais, v. 7, p. 175–194, 2007.

» LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do (Org.). Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

» LOVELOCK, J. As Eras de Gaia: a biografia da nossa Terra viva. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

» LÖWY, M. O que é o ecossocialismo? São Paulo: Cortez, 2022.

» LÖWY, M. Crise ecológica e crise de civilização: a alternativa ecossocialista, p. 147-156. In: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do. Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade sem crescimento. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

» MARTINEZ-ALIER, J.; PASCUAL, U.; VIVIEN, F.; ZACCAI, E. Sustainable de-growth: mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. Ecological Economics, v. 69, p. 1741–1747, 2010.

» MARTINS, P. H. A dádiva e o terceiro paradigma nas ciências sociais: as contribuições antiutilitaristas de Alain Caillé. Sociologias, v. 19, n. 44, p. 163-196, 2017.

» MARTINS, P. H. Políticas da dádiva. Rio de Janeiro: Ateliê de Humanidades, 2023.

» MASARO, L. O grande medo do colapso. Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea, Brasília, v. 9, n. 3, p. 247-272, dez. 2021.

» MAUSS, M. Sociologia e Antropologia. São Paulo: Cosac Naify, 2003.

» MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. Limites do Crescimento. São Paulo: Editora Perspectiva, 1972.

» MEADOWS, D. Il faut mettre fin à la croissance incontrôlée, le cancer de la société. Le Monde, abr. 2022.

» MOORE, J. Antropoceno ou Capitaloceno? Natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Elefante, 2022.

» MORIN, E. Vers l'abîme? Paris: L'Herne, 2007.

» MORIN, E. La voie. Pour l'avenir de l'humanité. Paris: Fayard, 2011. (A via para o futuro da humanidade. São Paulo: Bertrand Brasil, 2013).

» NAESS, A.; ROTHENBERG, D. Vers l'écologie profonde. Marseille: Wildproject, 2009.

» NASCIMENTO, E. P. do. Convivialismo: que bicho é este? Revista Será?, v. 15, 2021.

» NASCIMENTO, E. P. Um mundo de risco e incerteza: conquistar a sustentabilidade, reinventar a democracia e eliminar a nova exclusão social. Brasília: FAP, 2020.

» NASCIMENTO, E. P. do; TASSO, J. P. F. Notas sobre a trajetória do decrescimento: origens, concepções e proposições. Paper do NAEA, v. 28, n. 1, 2019.

» NISBET, R. Social Change and History: aspects of the Western Theory of Development. New York: Oxford University Press, 1969.

» NUNES, B. F.; MARTINS, P. H. Apresentação: dádiva e solidariedades urbanas. Sociedade e Estado, v. 16, n. 1 e 2, p. 9-23, 2001.

» PINKER, S. O novo iluminismo: em defesa da razão, da ciência e do humanismo. São Paulo: Cia das Letras, 2018.

» RAWORTH, K. Economia donut: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

» REES, W. E. End game: the economy as eco-catastrophe and what needs to change. Real World Economics Review, n. 87, p. 132-148, 2019.

» RIPPLE, W. J.; WOLF, C.; NEWSOME, T. M.; GALETTI, M.; ALAMGIR, M.; CRIST, E.; MAHMOUD, M. I.; LAURANCE, W. F. World Scientists' Warning to Humanity: a second notice. BioScience, v. 67, n. 12, p. 1026–1028, 2017.

» ROCKSTRÖM, J. 10 years to transform the future of humanity or destabilize the planet. TED Talk, 10 out. 2020. Disponível em: https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_10_years_to_transform_the_future_of_humanity_or_destabilize_the_planet.

» ROSTOW, W. W. The stages of economic growth: a non-communist manifesto. Cambridge: Cambridge University Press, 1960.

» SACHS, I. A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

» SCHNEIDER, F.; KALLIS, G.; MARTINEZ-ALIER, J. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability: introduction to this special issue. Journal of Cleaner Production, v. 18, p. 511–518, abr. 2010.

» SCHNEIDER, F.; BAYON, D.; FLIPO, F. Decrecimiento: 10 preguntas para comprenderlo y debatirlo. Mataró: Editor El Viejo Topo, 2011.

» SEN, A. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo: Cia de Bolso, 2010.

» SEVILLA GUSMÁN, E. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 2, p. 35-45, 2001.

» SEVILLA GUSMÁN, E. A perspectiva sociológica em agroecologia: uma sistematização de seus métodos e técnicas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 3, p. 18–28, 2002.

» SINGER, P. Introdução à economia solidária. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2002.

» SMIL, V. Grand Transitions: how the modern world was made. Oxford: Oxford University Press, 2021.

» SOLON, P. Alternativas sistêmicas. São Paulo: Elefante, 2019.

» STEFFEN, W.; ROCKSTRÖM, J.; RICHARDSON, K. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. PNAS, v. 15, n. 33, p. 8252-8259, 2018.

» TALEB, N. N. A lógica do cisne negro: o impacto do altamente improvável. 19. ed. São Paulo: Editora Best Seller, 2008.

» VAN GRIETHUYSEN, P. Bona diagnosis, bona curatio: how property economics clarifies the degrowth debate. Ecological Economics, v. 84, p. 262–269, 2012.

» VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

» VEIGA, J. E. da. Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor. São Paulo: Senac, 2010.

» WALLACE-WELLS, D. A Terra inabitável: uma história do futuro. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

» WEIZSÄCKER, E. U. von; WIJKMAN, A. Come on!: capitalism, short-termism, population and the destruction of the Planet – A Report to the Club of Rome. Springer, 2018.

» WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our Common Future. New York: Oxford University Press, 1987.

SEÇÃO

02

FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



6. ECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

Cristiane Gomes Barreto[1]
José Augusto Drummond[1]
Fernando Paiva Scardua[2]

Resumo

Este capítulo se dedica a identificar os principais autores e conceitos pertencentes ao campo epistemológico da ecologia para entender como eles podem ser mobilizados nas reflexões sobre o desenvolvimento sustentável (DS). Primeiro o texto traça um percurso histórico da ecologia e das suas bases teóricas e metodológicas. Em seguida ele discorre sobre alguns autores, conceitos e estudos que exemplificam modelos ecológicos e provocam reflexões sobre as relações entre as sociedades humanas e o ambiente natural. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes perguntas: (i) Qual é o campo científico da ecologia?; (ii) Quais são os seus principais conceitos e autores?; e (iii) Quais as principais contribuições que a ecologia pode dar para o campo do DS e da sustentabilidade?

O que estuda a ecologia?

A ecologia é a ciência do oikos, da organização do planeta Terra. Ela se dedica a descrever e analisar os sistemas naturais, focalizando os seus componentes e as relações mútuas entre eles. O ecólogo estadunidense Eugene Odum (1913-2002) classificou a ecologia como uma área de especialização da biologia, dedicada a estudar as relações entre os diversos táxons (bactérias, insetos, aves, etc.) e o ambiente físico em que eles vivem. O naturalista alemão Ernst Haeckel (1834-1919), discípulo de Charles Darwin (1809-1882), entusiasta e fundador da ecologia, a definia de forma bem parecida: "a ciência capaz de compreender a relação do organismo com o seu ambiente".

Na sua origem, a ecologia buscava entender as relações entre os seres vivos e o seu ambiente – vivo e não vivo – a partir da dinâmica de populações, das extinções, das migrações, das relações tróficas e de tantos outros fenômenos naturais que ocorrem independentemente da intervenção humana. A supressão dos seres humanos nos estudos ecológicos clássicos se justificava pela necessidade de compreender esses fenômenos naturais. Além disso, a supressão oferecia parâmetros para medir o papel real dos humanos nas mudanças dos sistemas ecológicos. Era necessário entender o funcionamento, as dinâmicas, os padrões de distribuição e abundância das espécies considerando todo o seu processo de gênese e toda a sua evolução na Terra, condicionados ao longo de centenas de milhares ou milhões de anos. Por outro lado, a espécie humana, por mais que atualmente seja capaz de provocar mudanças significativas nos padrões da natureza, apareceu no planeta apenas recentemente. Portanto, as suas interferências são recentíssimas do ponto de vista da história evolutiva das bactérias, fungos, insetos, plantas e animais em interação com o clima, a geologia, a hidrologia e outras contingências biofísicas.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares, Universidade de Brasília

Dito de outra forma, a natureza passou por inúmeras mudanças e essas mudanças criaram padrões que a ecologia se dedica a decifrar. Ao entender essa história evolutiva, constatamos que a ideia, bem-intencionada e que já norteou muitos planos e reivindicações ambientalistas, de alcançar um "equilíbrio ecológico", não faz sentido diante de tantas transformações que ocorreram antes mesmo da existência dos atos e artefatos humanos. A diversidade e os padrões da natureza resultam dessas transformações. As concepções de equilíbrio e estabilidade nos sistemas naturais são abstrações geradas no contexto de um curto espaço do tempo geológico – o Holoceno – em que a humanidade evoluiu e prosperou graças a uma relativa estabilidade de condições que a beneficiaram. Por isso é que as ideias de equilíbrio e estabilidade são tão sedutoras para os humanos.

Em que pese essa opção da ecologia por suprimir os humanos quando do seu surgimento como ramo da ciência, foi inevitável que os cientistas percebessem e lidassem com as fortes interferências mútuas entre a sociedade humana e a natureza, num aprendizado contínuo e interdisciplinar que colabora para as reflexões sobre as crises globais da sustentabilidade.

Lições da ecologia para o desenvolvimento sustentável

Diversas lições sobre as dinâmicas socioambientais vieram da observação e reflexão de cientistas naturais sobre as extinções locais de espécies, a dinâmica de populações, as relações tróficas, a capacidade de suporte, entre outras.

Os fabricantes de desertos

Foi nas primeiras décadas do século XX que alguns fenômenos, antes entendidos como naturais, provocaram reflexões sobre as relações entre as ações humanas e as dinâmicas da natureza. Nos anos 1930 destrutivas tempestades de areia (chamadas popularmente de *dust bowl*) assolaram as pradarias das planuras centrais do sul dos Estados Unidos. Provocaram o êxodo de dezenas de milhares de famílias, a perda de solos, cultivos e animais domésticos, dificuldades econômicas duradouras e um rastro de destruição de ecossistemas. Apesar de essas tempestades terem sido inicialmente interpretadas como fenômenos naturais, estocásticos, o ecólogo estadunidense Paul Sears (1891-1990) comprovou que elas resultaram de interferências desastrosas dos humanos sobre o solo, numa região de ecossistemas frágeis e tendentes à desertificação (Sears, 1959). A vegetação, o solo, o clima e até mesmo a agricultura de povos originários interagiram na região de forma estável por muitos séculos, mas isso mudou com a chegada dos europeus. O seu aparato tecnológico intensificou a agricultura: ele incluiu arados metálicos, maquinário, cultivos dependentes de chuvas e a agricultura comercial, uma combinação inapropriada para a região semiárida. Os novos agricultores e as suas tecnologias, por onde passavam, atuaram como "fabricantes de desertos", nas palavras de Sears. Nesse seu estudo sobre as origens das tempestades, ele deixou evidente como as dimensões social, econômica e ambiental se interferem mutuamente.

A ecologia populacional

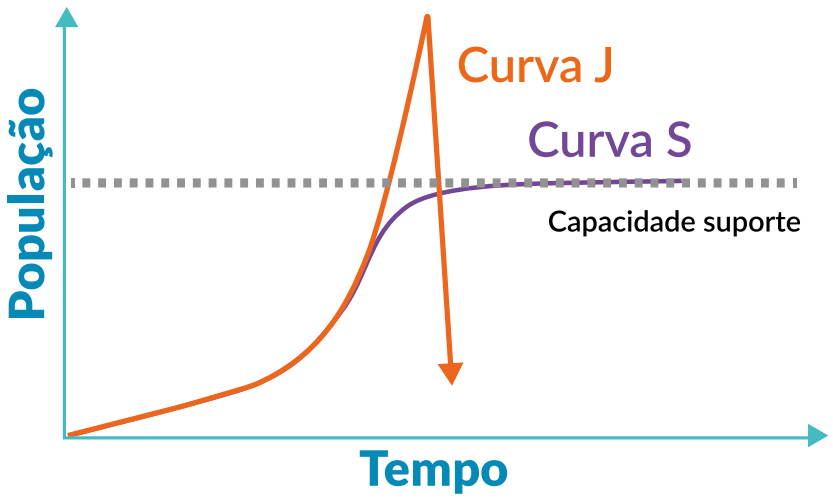
Esta é uma área da ecologia que provocou reflexões e debates polêmicos, especialmente quando aplicada às sociedades humanas. Os principais modelos dessa área derivaram de observações de campo. Essa temática nasceu de um experimento acidental, envolvendo as renas da ilha St. Matthews, no Alasca, num caso que se

tornou clássico e que proporcionou um primeiro esboço dos modelos de ecologia populacional. Em 1944, a guarda costeira estadunidense introduziu 29 renas (*Rangifer tarandus*) na ilha, como reserva eventual de proteína para alimentar as tripulações dos navios que passassem nas proximidades. A ilha era coberta de gramíneas; os líquens que cresciam sobre elas eram o alimento preferido das renas. Esse recurso era abundante e a competição por ele foi inicialmente fraca. No entanto, a ilha não tinha predadores e nem outros animais que competissem pelos líquens. Por isso as renas se reproduziram rapidamente. Biólogos constataram que em 1963 a ilha hospedava uma população de mais de 6 mil indivíduos. No entanto, em 1965, ao retornarem à ilha, os mesmos biólogos encontraram apenas 42 renas vivas, sendo 41 fêmeas e um macho infértil, vivendo em meio a pilhas de esqueletos e carcaças das demais renas, mortas pela fome, segundo revelou o exame de ossadas e carcaças. Poucos meses depois, sem condições de se reproduzirem, a população de renas se extinguiu (Klein, 1968).

O biólogo estadunidense David Klein (1927-2020), que estudou esse fenômeno, discutiu duas hipóteses para a mortandade das renas: (i) que as gramíneas sofreram um sobrepastoreio, acima da sua capacidade de reposição; e (ii) que o inverno de 1963, mais rigoroso, fez escassear as gramíneas a ponto de não haver alimentação suficiente para as renas. A pesquisa de Klein (1968) subsidiou a elaboração de modelos de crescimento populacional para alguns grupos de animais, mas esses modelos permitiram levantar também questões pertinentes à dimensão social/humana, à disponibilidade de recursos e aos limites dos ecossistemas – em resumo, à capacidade de suporte de os ambientes naturais sustentarem populações humanas.

A representação gráfica da dinâmica populacional das renas de St. Matthews mostra uma relação inicialmente exponencial com o tempo, expressa em uma curva com formato de "J", seguida de uma queda vertical. Contudo, outros estudos ecológicos identificaram padrões diferentes de crescimento populacional, representados graficamente por outro tipo de curva, de formato sigmoidal. Normalmente essa curva se limitava a um patamar, no qual a população parecia entrar num equilíbrio dinâmico ou em estabilidade. Esse formato se aproxima do que seria a letra "S", conforme é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo logístico (em roxo), modelo exponencial (em vermelho) do crescimento populacional e o limite (tracejado) da capacidade de suporte do ambiente natural.



Fonte: Elaboração dos Autores

Esses dois tipos de curva representam os padrões de crescimento populacional exponencial (J) e logístico (S) registrados nas populações naturais. Enquanto a primeira curva registra um crescimento sem restrições ambientais, a segunda tem um "teto" determinado por recursos limitantes, teto este que expressa a capacidade de carga ou capacidade de suporte (K, *carrying capacity*) do ambiente para a população da espécie estudada. Em outras palavras, essa capacidade é a quantidade máxima de indivíduos de uma determinada espécie que um particular ambiente natural pode sustentar. Os estudiosos podem desenvolver modelos para identificar a capacidade de suporte de determinadas populações ou comunidades que vivem em determinadas formações ecológicas.

Outra lição extraída desses modelos da ecologia populacional é a seguinte: se o crescimento da população de qualquer organismo superar a capacidade de carga do ambiente natural (a população máxima) que o ecossistema consegue suportar – fornecendo alimento, espaço, abrigo e outros recursos –, essa população pode sofrer grandes perdas por motivo de fome e competição, ou até mesmo a extinção local, como foi o caso das renas na ilha de St. Matthews.

Tendo em vista isso, cabe fazer uma pergunta intrigante: qual é a tendência da curva de crescimento da população humana? Nas últimas décadas vários ecólogos fizeram essa pergunta. As suas respostas continuam a provocar debates acalorados nos fóruns do DS.

Capacidade de suporte e a contribuição da ecologia para o conceito de desenvolvimento sustentável

A ecologia define capacidade de carga (*carrying capacity*) como "a população máxima de um organismo que um particular ambiente natural ou ecossistema pode sustentar" sem que esse ambiente ou ecossistema entre em deterioração ou colapso (Allaby, 1993, p. 73). O conceito nasceu a partir dos estudos dos fluxos de energia e nutrientes medidos em ecossistemas simples, como pequenos lagos de água doce, pesquisados pioneiramente pelo ecólogo G. Evelyn Hutchinson (1903-1991) ainda nas origens da moderna ciência da ecologia.

Nesses ecossistemas, um ecólogo, usando várias métricas:

(i) *mede a entrada de energia solar (origem de toda a dinâmica da vida em todos os ecossistemas) que incide sobre o lago;*

(ii) *identifica as espécies residentes que formam os vários níveis tróficos;*

(iii) *mede as perdas que a energia solar incidente sofre nas diversas etapas do seu fluxo em que ela se transforma na biomassa dessas espécies residentes (micro-organismos, plantas, animais) ou se dissipa, e*

(iv) *prevê/mede quantitativamente a produção possível e concreta de biomassa no lago e a sua distribuição entre as populações de micro-organismos, plantas e animais desses diversos níveis.*

Esse procedimento pode ser aplicado, com adaptações e aproximações, para ecossistemas mais complexos. É assim que um ecólogo determina a capacidade de carga, ou a capacidade que os ecossistemas têm para criar e "sustentar" as populações dos seus diversos componentes vivos. A determinação da capacidade de suporte, por sua vez, indica as populações máximas duráveis (ou sustentáveis) das

espécies dos diferentes níveis tróficos que podem subsistir no ecossistema estudado. Intencionalmente, esses estudos pioneiros da ecologia não levavam em conta as possíveis interferências humanas capazes de reduzir ou aumentar as capacidades de suporte dos ecossistemas estudados.

Por iniciativa de alguns cientistas naturais, o conceito de capacidade de suporte passou mais tarde a ser aplicado também às sociedades humanas. Foi o caso dos biólogos estadunidenses Paul Ehrlich (1932-) e Anne Ehrlich (1933-), em seu livro *The Population Bomb* (A Bomba Populacional) (Ehrlich; Ehrlich, 1968). O tema central dessa obra polêmica foi a relação entre a quantidade de pessoas e a quantidade de recursos disponíveis no planeta. A pergunta central dos autores foi: quantas pessoas poderiam coexistir na Terra sem comprometer a capacidade dos ecossistemas de sustentá-las? O casal Ehrlich trouxe más notícias para os humanos. Os seus achados, inferências e conclusões desencadearam polêmicas e refutações, além de apoios, dividindo os envolvidos em campos opostos.

Anos depois, na década de 1980, na esteira dessa polêmica, a ideia da capacidade de suporte foi apropriada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da ONU, liderada pela norueguesa Gro Brundtland, para definir o DS. A CMMAD aplicou o conceito de capacidade de suporte com um viés bem específico: o foco recaiu sobre o número de humanos que os ecossistemas poderiam sustentar, sem apoio em medições ou estudos empíricos.

Definir a capacidade de suporte da Terra é evidentemente um exercício muito complexo. Ainda assim, há cientistas que se dedicam a estudar modelos de sistemas de limites críticos e que se esforçam para compreender e definir os limites dos sistemas naturais de alta complexidade. Uma equipe liderada pelo cientista sueco Johan Rockström (1965-), do Stockholm Resilience Centre, da Suécia, e pelo cientista australiano Will Steffen (1947-2023), da Australian National University, definiu nove sistemas planetários fundamentais e estudou as suas fronteiras ou limites. Os nove sistemas são: (i) biodiversidade e as suas perdas; (ii) mudanças climáticas; (iii) ciclos biogeoquímicos (ciclo do nitrogênio e ciclo do fósforo); (iv) usos abusivos da terra; (v) acidificação dos oceanos; (vi) mudanças no uso da água; (vii) degradação da camada de ozônio; (viii) emissão de aerossóis para a atmosfera; e (ix) poluição química (Rockström et al., 2009; Steffen *et al.*, 2015).

Esses estudos revelaram que já teriam sido ultrapassadas as fronteiras de quatro desses nove sistemas essenciais para a vida humana na Terra: mudanças climáticas, perda de integridade da biosfera, mudança do sistema terrestre e alteração de ciclos biogeoquímicos (fósforo e nitrogênio). Se alguns limites fundamentais já foram ultrapassados, cabem duas perguntas: como os nossos modos de vida e o nosso crescimento ainda podem ser sustentados? Por que não houve um colapso evidente? A resposta pode ser fornecida a partir de uma melhor compreensão de alguns conceitos da teoria e dinâmica de sistemas, na seção a seguir.

Sistemas ecológicos: homeostase e resiliência

A partir da história das renas em St. Matthews e do inquietante padrão de acelerado crescimento populacional humano, cabe levantar outra questão: quais são as propriedades que determinam a capacidade de os ecossistemas se manterem estáveis? A resposta pode ser explorada sob o viés da abordagem sistêmica.

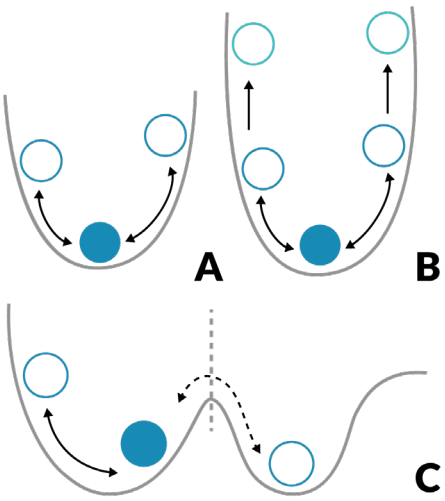
Como visto, a natureza se construiu e se reconstruiu sob a égide de mudanças e transformações. Mesmo a relativa estabilidade que marcou o Holoceno foi perturbada por alterações cíclicas, desequilíbrios e compensações, como as glaciações. Essas

variações ocorrem dentro de uma faixa de estabilidade, o que a abordagem sistêmica chama de homeostase. Em outras palavras, a homeostase é um equilíbrio dinâmico, no qual os desequilíbrios são compensados por mecanismos de retroalimentação (*feedback*), de forma que, ao longo do tempo, as condições gerais se mantêm dentro dos limites de um padrão de variação.

Resiliência é uma medida da persistência de sistemas e de sua capacidade de absorver mudanças e perturbações, e ainda manter as mesmas relações entre populações ou variáveis de estado. A resiliência determina a persistência de relacionamentos dentro de um sistema e é uma medida da capacidade desse sistema de absorver mudanças de variáveis de estado, conduzindo variáveis e parâmetros, e ainda persistir (Holling, 1973).

Uma forma gráfica de visualizar a homeostase é representada no diagrama *ball-in-cup* da Figura 2, quando uma esfera continua a residir em um vale, apesar das oscilações.

Figura 2 – *Modelo ball-in-cup* representa a homeostase na situação (A), menor resiliência, e (B) maior resiliência; (C) representa a mudança de estado, com a quebra da resiliência.



Fonte: Elaboração dos Autores

Cada sistema, seja ele uma população, uma comunidade ou um ecossistema, tem uma faixa de variação que pode ser maior ou menor, conforme representada pela profundidade do copo (Figura 2A e 2B). Quanto maiores forem a diversidade de relações e a complexidade dos mecanismos de retroalimentação, maior será a profundidade do copo e maior será a capacidade de o sistema se manter nas condições de homeostase no caso de ocorrer algum distúrbio externo. É essa capacidade, definida como "resiliência", que confere maior ou menor capacidade de os ecossistemas se manterem estáveis. Quando a resiliência é alterada, a estabilidade pode mudar por causa de intervenções externas e levar a um novo regime (Figura 2C).

Mas cabe perguntar: o que pode influenciar a resiliência de um determinado ecossistema? O grande "segredo" da resiliência de um sistema está numa propriedade intrínseca ao sistema: a diversidade, seja dos seus componentes, seja das relações estabelecidas entre esses componentes. Nos ecossistemas, a biodiversidade e a complexidade trófica são as características centrais que conferem resiliência e, em última análise, uma maior capacidade de eles se manterem estáveis.

Essa é uma das razões pelas quais a conservação da biodiversidade é tão importante. Diante das crises globais de extinções de espécies, poluição e mudanças climáticas, entre outras, manter a diversidade de espécies seria uma forma de resistir a essas pressões sem perder a estabilidade dos ecossistemas.

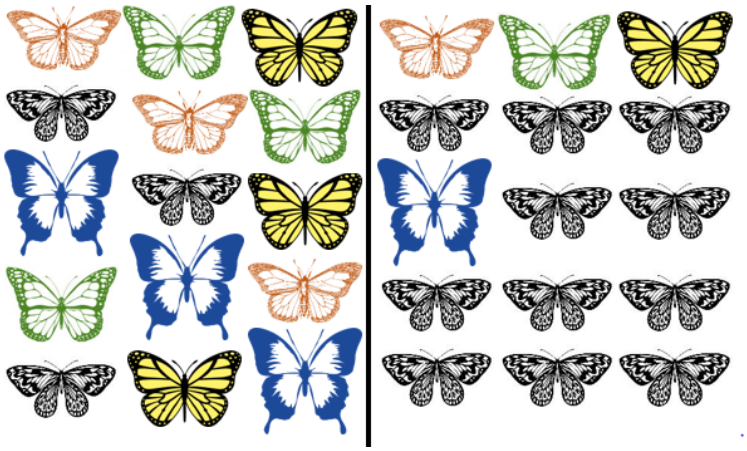
Biodiversidade: a diversidade da vida

O termo biodiversidade e a expressão diversidade biológica foram cunhados pelo biólogo estadunidense Edward O. Wilson (1929-2021) na década de 1980. A Convenção da Diversidade Biológica (CDB), de 1992, assim a definiu em seu art. 2º, como:

> *a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (Ministério do Meio Ambiente, 2000, p. 9).*

Apesar das definições acadêmicas e institucionais da biodiversidade e do alcance do conceito, ocorrem comumente confusões na sua interpretação e medição, em especial nos meios interdisciplinares. Muitas concepções equivocadas se baseiam na ideia de que a biodiversidade se limita a uma determinada quantidade, preferencialmente alta, de espécies. Nessa lógica, se existissem duas amostras de 15 indivíduos de borboletas, compostas por 5 espécies diferentes (Figura 3), seriam elas igualmente biodiversas?

Figura 3 – Duas amostras hipotéticas de borboletas, com a mesma riqueza de espécies, mas com diferentes índices de biodiversidade.



Fonte: Elaboração dos Autores

As duas amostras da Figura 3 têm a mesma riqueza de espécies, contudo a biodiversidade, que pode ser estimada por diferentes índices (Simpson, Shannon, Pielou, entre outros), é maior na amostra da esquerda, na qual a heterogeneidade é maior. Para medir a biodiversidade, os cientistas avaliam e ponderam também questões como dominância, frequência, raridade e outros aspectos das comunidades. Mesmo que uma borboleta cinza da amostra da direita seja substituída por uma nova espécie, em que pese o aumento da riqueza da amostra, ela ainda será menos biodiversa – e menos heterogênea – que a amostra da esquerda.

A biodiversidade é a propriedade dos ecossistemas que lhes confere resiliência e, portanto, capacidade de resistir a pressões e de se manter em estabilidade/homeostase. A biodiversidade promove também os chamados "serviços ecossistêmicos", como produção de recursos, ciclagem da água e de nutrientes, polinização de culturas, entre outros que sustentam a vida e o bem-estar humano.

Apesar disso, a biodiversidade tem sido reduzida drasticamente pela degradação, redução, conversão e fragmentação de *habitats*, pela introdução de espécies invasoras, pela poluição e pelas mudanças climáticas. As perdas estão ocorrendo a uma velocidade suficientemente acelerada para caracterizar que um sexto evento de extinção em massa está em curso no planeta Terra, similar ao evento que ocorreu quando um meteoro se chocou com o planeta e levou os dinossauros e milhares de outras espécies à extinção.

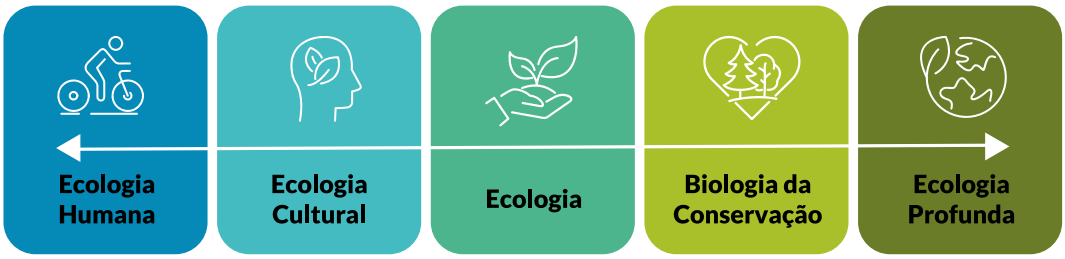
Não é difícil perceber o valor de utilidade da biodiversidade para os humanos, mas isso levanta outra questão: as formas de vida que importam são apenas aquelas que são úteis para os humanos?

Outras ecologias e o desenvolvimento sustentável

A ecologia clássica se debruçou sobre as relações entre os seres vivos e o seu ambiente. Contudo, no século XX surgiram diversas situações que desafiaram os ecólogos a lidar com novas problemáticas. Os modelos e conceitos clássicos da ecologia não são mais suficientes para explicar e propor soluções para as crescentes taxas de poluição, as numerosas extinções de espécies, a perda e a fragmentação de *habitats*, entre outros. Como os humanos já afetaram direta ou indiretamente todos os ecossistemas terrestres, é necessário dar maior atenção às interações deles com os ecossistemas naturais para melhor entender as respostas destes aos diferentes usos e pressões dos humanos.

Há, com efeito, um lado mais social da ecologia, do qual se desdobram os campos da ecologia humana, da ecologia política e da ecologia cultural, focados nas relações entre as sociedades, a cultura e a natureza, por seus impactos e usos (Moran; Overhage, 1970). Por outro lado, os usos dilapidadores da natureza nos eventos relativamente recentes de invasão e colonização do continente americano influenciaram a construção de uma nova ética sobre a relação da sociedade com a natureza. Entre os maiores expoentes dessa nova ética destaca-se o engenheiro florestal estadunidense Aldo Leopold (1887-1948). Ele desenvolveu o conceito da "ética da terra", que "alarga os laços da comunidade para incluir solos, águas, plantas e animais, ou coletivamente: a Terra" (Leopold, 1949, p. 389). Outro destaque é o filósofo norueguês Arne Naess (1912-2009), que propôs transcender a centralidade dos valores antropocêntricos a partir de uma corrente filosófica chamada ecologia profunda. Sensibilizados por uma ética mais biocêntrica e pela emergência de graves perdas da biodiversidade, ecólogos engajados em iniciativas voltadas para mudar essa realidade se reuniram em torno de uma ciência mais aplicada – a biologia da conservação (BC). A Figura 4 reúne, num espectro que vai de um maior antropocentrismo (esquerda) a um maior ecocentrismo (direita), as ecologias que emergiram nos últimos anos.

Figura 4 – Outras ecologias



Fonte: Elaboração dos Autores

As novas ecologias proporcionaram um maior diálogo epistemológico na interface socioambiental e geraram importantes contribuições para essas agendas. Um reflexo disso foi o crescimento do número de metas vinculadas às questões ambientais nos Objetivos do Milênio para a Agenda 2030. O clima, a biodiversidade, as espécies exóticas, as extinções e outras questões ligadas à ecologia ganharam ênfase sem precedentes na Agenda 2030.

Considerações finais

As bases metodológicas e epistemológicas da ecologia oferecem ferramentas, conceitos e reflexões essenciais para lidar com a complexidade dos problemas e desafios relacionados ao DS. Os modelos de ecologia populacional geraram inquietações sobre os padrões de crescimento da população humana, levando a debates seminais para a sustentabilidade. A ideia de que existem limites para a expansão humana e para o uso de recursos da natureza converge com o conceito de capacidade de suporte, vindo da ecologia e adaptado, quase sempre sem rigor, ao DS.

O tema conservação da biodiversidade ganhou destaque a partir dos anos 1980 por causa das evidências crescentes de extinções de espécies. O papel da biodiversidade para a resiliência dos ecossistemas e para a continuidade dos serviços ecossistêmicos revelou a sua importância integradora para compor as agendas da sustentabilidade. A ecologia proporcionou, portanto, uma base reflexiva e explicativa para as questões socioambientais do campo da sustentabilidade. Ao longo do tempo, novas ecologias surgiram para se especializar e se aprofundar em debates específicos. Ainda hoje, esses campos geram conceitos e métodos que formam o campo das ciências da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

» ALLABY, M. (ed.) A dictionary of ecology. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

» BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção da Diversidade Biológica. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica.html. 2000

» EHRLICH, P. R.; EHRLICH, A. H. The population bomb. Rev. ed. New York: Random House, 1986.

» HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 4, p. 1-23, 1973.

» KLEIN, D. R. The introduction, increase, and crash of reindeer on St. Matthew Island. The Journal of Wildlife Management, p. 350-367, Abr. 1968.

» LEOPOLD, A. The land ethic: a Sand County almanac, and sketches here and there. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics, 2014 [1949].

» MORAN, E.; OVERHAGE, P. Ecologia humana, a tragédia da poluição. Petrópolis, RJ: Vozes, 1970.

» ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

» ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. Nature, v. 461, n. 7.263, p. 472, 2009.

» SEARS, P. B. Deserts on the march. 3. ed. rev. Norman, Oklahoma: University of Oklahoma Press, 1959 [1935].

» STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science, v. 347, n. 6.223, 13 fev. 2015.

7. ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE

Maurício Amazonas[1]
Andrei Cechin[2]

Resumo

Este capítulo discute como o campo da economia entende as relações de produção e de consumo com o mundo natural e como esse campo se coloca ante a temática da sustentabilidade. A vertente convencional da economia entende os danos ambientais e os serviços ecossistêmicos como "falhas de mercado". Enfatiza o crescimento progressivo da eficiência tecnológica no uso dos recursos e a substituição dos recursos naturais por recursos manufaturados como condições para a sustentabilidade. A vertente da crítica ecológica da economia, por outro lado, defende a primazia da conservação de ecossistemas para que eles continuem oferecendo os serviços fundamentais para a vida humana e para a atividade econômica. Por fim, aponta algumas perspectivas conceituais que tentam conciliar o reconhecimento de limites ambientais com a necessidade de superar as privações socioeconômicas. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como a economia neoclássica e a economia ecológica diferem em suas abordagens sobre a sustentabilidade e a gestão dos recursos naturais? (ii) Quais são as críticas principais à ideia de sustentabilidade fraca? e (iii) Como a economia ecológica propõe lidar com os limites físicos e ecológicos para a produção e o consumo?

Introdução

Economia e ecologia guardam o mesmo prefixo "eco". Ele vem do grego *oikos* e significa "casa": "eco-nomia" é a norma e a gestão da casa, enquanto "eco-logia" é o entendimento científico das leis que regem a casa. No entanto, a "crise ecológica" do mundo moderno e a sua eclosão como questão premente na segunda metade do século XX são em si mesmas decorrências do processo de desenvolvimento econômico acelerado com base na industrialização pesada e no petróleo. Esse processo criou como necessidade e como contraparte uma sociedade de consumo em massa, notadamente nos países do Hemisfério Norte.

Este capítulo expõe duas vertentes principais da economia ambiental:

(i) a economia neoclássica, *que entende os danos ambientais e os serviços ecossistêmicos como "falhas de mercado" e define como condições para a sustentabilidade a maior eficiência tecnológica no uso dos recursos naturais e a sua substituição por bens manufaturados;*

(ii) a economia ecológica, *que reconhece a insustentabilidade ambiental do atual modo de produção e consumo das sociedades industriais com base em conceitos biofísicos; ela defende a primazia da conservação de ecossistemas, pelo menos num nível mínimo crítico, para que eles continuem provendo serviços fundamentais para a vida humana e para a atividade econômica.*

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Departamento de Economia, Universidade de Brasília

Em seguida, o texto aponta algumas perspectivas conciliadoras que talvez ajudem a formar um caminho do meio e apresenta as considerações finais.

Externalidades e a valoração ambiental

A economia ambiental neoclássica é uma escola de pensamento econômico que se baseia na ideia de que o valor dos bens é função da satisfação que os consumidores extraem deles ("utilidade"). Ela estuda os determinantes da oferta e da demanda e trabalha com a existência de um preço de equilíbrio que iguala as duas, partindo de premissas sobre a racionalidade dos agentes e sobre a sua capacidade de maximizar interesses fundamentais (a "utilidade", no caso dos consumidores, e o lucro, no caso das empresas). Ela supõe que indivíduos racionais buscam maximizar o seu próprio bem-estar e que eles interagem nos mercados com empresas que buscam maximizar os seus lucros. O principal mecanismo de mercado é o preço que, por si só, levaria o mercado ao seu equilíbrio econômico ideal, se não houver falhas. Problemas ambientais são considerados falhas que impedem o funcionamento ideal do mercado, da mesma maneira que monopólios e assimetrias de informação. As falhas que essa economia chama de "externalidades" são particularmente relevantes para o entendimento de questões ambientais por essa escola da economia.

Definidas originalmente por Pigou (1920), as externalidades correspondem a um ganho econômico (externalidade positiva) ou uma perda econômica (externalidade negativa) que afetam um indivíduo ou agente em decorrência de uma transação realizada entre outras duas partes, sem que o indivíduo afetado pague (pelo ganho/benefício obtido) ou receba uma compensação (pela perda/custo incorrido). Quando há externalidades positivas, essa escola afirma que os benefícios sociais da produção e do consumo de um bem são maiores que os seus benefícios privados. Por exemplo, um proprietário rural que conserve áreas com vegetação nativa acaba prestando um serviço ambiental a terceiros sem receber remuneração por isso. No caso de externalidades negativas, os danos ambientais que afetam terceiros são os exemplos mais abundantes. Quando há externalidades negativas, a economia ambiental clássica afirma que os custos sociais da produção e do consumo de um bem são maiores que os seus custos privados. Como exemplo, podemos citar uma usina siderúrgica que, embora pague pelos custos privados associados aos insumos e ao trabalho, não paga pela poluição atmosférica que afeta a saúde dos residentes e das culturas agrícolas do entorno.

A solução para mitigar os danos ou perdas ambientais, nessa visão neoclássica, se daria pela "internalização das externalidades". O desafio reside, em primeiro lugar, em definir o valor monetário dessas externalidades. A valoração ambiental usa diversas técnicas para estimar qual deveria ser o "preço" do dano ambiental (custo) ou do serviço ambiental (benefício), de acordo com o bem-estar ("utilidade") perdido ou ganho, respectivamente. Por isso a valoração é central a essa abordagem. Em segundo lugar, a tarefa se completa com a definição de mecanismos, denominados instrumentos econômicos, capazes de impor aos agentes econômicos os pagamentos devidos e correspondentes, o que significa "internalizar as externalidades". Entre esses instrumentos estão impostos, taxas, licenças negociáveis, subsídios, etc. No caso de uma externalidade negativa, como a poluição, o custo econômico para a sociedade corresponde ao dano ou à perda ambiental que deve ser ressarcido por aquele que o gerou, mas isso não implica – necessariamente – a eliminação dos problemas de danos ou perdas ambientais.

É importante entender que uma externalidade negativa não é em si sinônimo de um dano ambiental. O dano é um fenômeno material biofísico/químico que afeta o mundo natural. Já a externalidade negativa é um fato econômico. Em primeiro lugar, é preciso que o dano seja socialmente percebido, porque ele não existe se não for percebido. Em segundo lugar, é preciso quantificar monetária e subjetivamente o dano (valoração). Em terceiro lugar, a compensação pelo dano passa pela aceitação da racionalidade compensatória, baseada no pressuposto de que as coisas têm valor e podem ser medidas em valor. Os bens danificados podem, portanto, ser intercambiados automaticamente por outro item de igual valor, como o próprio dinheiro. Desse modo, um dano pode ter uma existência material continuada, mas a externalidade negativa correspondente a esse dano pode simplesmente deixar de existir, se houver ressarcimento, de um modo ou outro (Amazonas, 2002, 2009).

O crescimento econômico e a sustentabilidade fraca

No campo da economia ambiental neoclássica, a obra de Hotelling (1931) introduz um primeiro argumento para questionar a existência de limites ao crescimento. Ele demonstra, por meio de um modelo temporal dinâmico, qual é o "caminho ótimo" de utilização de um recurso natural exaurível (*e.g.* um minério), ou seja, o modelo mostra como extrair um recurso de modo a otimizar os ganhos (lucros) obtidos com a sua extração com base na trajetória dos preços do recurso e na taxa de desconto (usualmente a taxa de juros de mercado) a ser aplicada. Mas o que acontece quando esse caminho ótimo não é seguido?

A resposta mais contundente veio dos teóricos do crescimento econômico, a começar por Robert Solow (1924-2023), ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 1987. Transpondo a sua abordagem sobre o crescimento econômico para o campo dos recursos naturais, Solow (1974) afirmou que, a despeito de a economia consumir recursos exauríveis, o crescimento econômico pode continuar indefinidamente se duas condições forem satisfeitas: (i) o crescimento progressivo na eficiência no uso dos recursos naturais e (ii) a possibilidade de substituição de recursos naturais (capital natural) por outros recursos (capital manufaturado). Dois exemplos seriam a substituição de um insumo por outro (o nylon no lugar do algodão na indústria têxtil, ou a borracha sintética no lugar da borracha natural na indústria de pneumáticos). O capital produzido, se for mais eficiente, pode também "substituir" recursos naturais (a refrigeração como forma de prolongar a durabilidade dos alimentos, ou uma termoelétrica que produza cada kWh com muito menos carvão). O raciocínio subjacente é que, à medida que um recurso se esgota, o seu preço cresce, refletindo a sua escassez. Se há substitutos disponíveis, no mesmo local ou em outro lugar, isso significa que, mesmo quando o escasseamento afeta uma base de recursos, as sociedades podem transitar para o uso de outra base (Dasgupta, 2021).

Em 1977, John M. Hartwick (1944 -) complementou o modelo de Solow (1974). Mostrou que, mesmo no caso de um recurso exaurível, se um país investir toda a renda obtida com esse recurso em outras formas de capital, manterá o nível de produção e o consequente nível de consumo e de utilidade (bem-estar) dessa sociedade. Em última instância, para Hartwick, é esse bem-estar que deve ser sustentado. Esse modelo ficou conhecido como Solow-Hartwick. Posteriormente ganhou o nome de sustentabilidade fraca.

A ideia de sustentabilidade fraca (Solow, 1993), desse modo, não requer necessariamente a preservação ou conservação do capital natural. Admite que a economia e a sociedade sejam sustentáveis mesmo que o capital natural decline com o tempo, mas com a condição que ele possa ser devidamente "substituído". Nessa visão, a geração atual pode deixar para o futuro qualquer combinação de diferentes capitais,

desde que o valor total do capital repassado não seja decrescente (Pearce; Turner, 1990). Como essa condição depende tanto da inovação tecnológica quanto do crescimento econômico, então ambos seriam condições necessárias para a sustentabilidade. Embora necessárias, tais condições não seriam suficientes, pois, em dado período, tal crescimento precisaria resultar em investimento produtivo (infraestrutura, educação, ciência & tecnologia) maior do que aquilo que foi perdido em patrimônio natural (depreciação do capital natural), medido em valores monetários. É isso o que pretende medir o mais importante indicador de sustentabilidade fraca, a "poupança genuína", calculada pelo Banco Mundial (World Bank, 2006).

A perspectiva da sustentabilidade fraca foi alvo de críticas vindas de uma concepção termodinâmica e ecológica da economia, pois no fim das contas o próprio capital manufaturado tem origem no capital natural, o que faz com que a alegada substituição entre eles seja uma falácia.

A crítica termodinâmica e ecológica à economia ambiental neoclássica

Depois do fim da Segunda Guerra Mundial (1945), a civilização industrial global, baseada no petróleo, cresceu de forma acelerada. O mundo se deparou com consequências dessa expansão, entre elas a eclosão de problemas ambientais de vulto. Para além dos fatos, o debate foi movido por obras científicas de impacto vindas de diferentes campos, como os hoje clássicos *Primavera Silenciosa (Silent Spring)*, de Carson (1962), *Bomba Populacional (The Population Bomb)*, de Ehrlich (1968), *The tragedy of the commons, de Hardin* (1968), e sobretudo o marcante *Limits to Growth, de Meadows et al.* (1972). Também a partir dos anos 1960, economistas, como Kenneth Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen e Herman Daly, ecólogos, como Howard Odum, e outros trouxeram para os debates sobre teoria econômica a visão da atividade produtiva como um campo sujeito aos princípios do mundo biofísico. Isso conduziu à formação do campo da economia ecológica.

Boulding (1966), especialmente em seu clássico artigo sobre a "espaçonave terra" e a "economia do astronauta", trouxe à luz a implicação da "lei da conservação" (ou a "1ª Lei da Termodinâmica") para o entendimento do sistema econômico global. Essa lei mostra que a produção tem que ser encarada como uma "economia circular", em oposição à "economia do *cowboy*" vigente, que se baseia em uma visão linear da Terra como uma fronteira infinita a ser ocupada e explorada.

Georgescu-Roegen (1971) construiu toda uma nova visão da economia a partir da "lei de entropia" ("2ª Lei da Termodinâmica") e as suas mais duras implicações. Se o sistema econômico não gerasse resíduo e não exigisse novas entradas de matéria e energia (tal como defendido pela visão convencional), então ele concretizaria o sonhado moto-perpétuo. Isso porque o sistema seria capaz de produzir trabalho ininterruptamente, consumindo continuamente a mesma energia e valendo-se dos mesmos materiais. Esse sistema seria um reciclador perfeito. No entanto, essa visão convencional está em contradição com a mais básica das ciências da natureza, a física, particularmente a termodinâmica, ramo que estuda as relações entre energia, calor e trabalho. Georgescu-Roegen (1971) mostrou como a produção econômica é um sistema termodinamicamente aberto para a entrada de energia e materiais de alta qualidade (= de baixa entropia) e para a saída de resíduos de baixa qualidade (= de alta entropia). Ele mostrou que é errado considerar a produção econômica um sistema fechado, isolado. Como ela é um sistema aberto, que se insere num sistema materialmente fechado (o planeta Terra) e se alimenta dele, ela não poderá deixar de estagnar e encolher, mesmo que num futuro longínquo.

Daly (1968, 1977) aprofundou a análise de Georgescu-Roegen ao incorporar conceitos da biologia e da ecologia aos conceitos da física. Ele entendeu o sistema econômico como um sistema orgânico dotado de metabolismo e de mecanismos de homeostase, capaz de se desenvolver e evoluir. Enquanto tal, esse sistema precisa se estruturar em um regime de estado estacionário para garantir a sua própria manutenção e permanência em longo prazo. Esse regime equivaleria a um desenvolvimento sem crescimento material. A quantidade de recursos da natureza utilizada seria suficiente apenas para manter constantes o capital e a população, ou seja, a escala (o "tamanho") da economia seria mantida constante, enquanto poderiam ocorrer melhorias qualitativas. Contudo, essas melhorias qualitativas demandam tanto uma alta eficiência no uso de recursos naturais para sustentar o capital existente quanto uma elevada capacidade do capital em proporcionar serviços úteis à sociedade (Cechin, 2018; Daly, 1977).

Os trabalhos de Boulding, Georgescu-Roegen e Daly levaram à formação do campo da economia ecológica na década de 1980. Ele se define como um campo transdisciplinar em que conceitos da economia, da ecologia e das ciências sociais são conjugados de modo a se produzir compreensões inovadoras sobre as suas relações mútuas. A sua base unificadora consiste em analisar a economia como um subsistema do sistema material e energético natural do próprio planeta Terra. Esse campo compreende a economia como um subsistema que funciona a partir dos fluxos "metabólicos" de energia e materiais que o formam e a partir das suas características sistêmicas biológicas e ecológicas.

O capital natural enquanto fundo e estoque

Essa perspectiva "metabólica" (Fischer-Kowalski; Haberl, 2015) vê a produção econômica como um processo de transformação. Alguns elementos sujeitos ao processo permanecem inalterados. Denominados **"fundos"**, eles incluem o capital natural/ecológico (natureza ou terra), o capital humano/social (trabalho) e o capital físico/construído (meios de produção). A energia e os materiais provenientes da natureza são os **"fluxos"**. O processo produtivo os transforma em produtos e resíduos. Esses fluxos de entrada e saída no processo econômico estão, por sua vez, associados aos **"estoques"**, que correspondem aos recursos naturais a serem consumidos, como jazidas de minérios, reservas de petróleo ou lençóis freáticos, cuja quantidade se reduz à medida que são utilizados.

Apenas os elementos que fluem no processo podem ser fisicamente incorporados ao fluxo de produtos finais (Cechin, 2010; Georgescu-Roegen, 1970, 1971). Assim, é importante não confundir (i) os estoques com os fundos e (ii) os fluxos de recursos, que provêm dos estoques, com os serviços prestados pelos fundos. Vejamos como entender isso. Um estoque pode ficar intacto ou ser esgotado em um único instante, enquanto que o uso de um fundo requer longo tempo para chegar à exaustão. Dito isso, importa então que se entenda a dupla natureza do capital natural: ele é estoque e ele é fundo. Por um lado, o patrimônio natural (ou capital natural) se caracteriza como um estoque de recursos naturais, que dá origem ao fluxo de matéria e energia utilizados no processo produtivo. Por outro lado, o capital natural se caracteriza também como um fundo, capaz de gerar um fluxo de serviços ecossistêmicos ao longo do tempo. A característica de estoque do capital natural reside no fato de que ele se esgota na medida em que é extraído, enquanto que, em sua característica de fundo, ele se mantém relativamente intacto ao mesmo tempo que gera serviços.

Por sua vez, o capital produzido (máquinas e equipamentos), enquanto agente de transformação, deve ser entendido como um fundo e, enquanto tal, não pode subs-

tituir fluxos de recursos naturais (Lawn, 1999, 2007). Capital produzido e recursos naturais são complementares, e não substitutos um do outro. No passado a pesca já foi limitada pelo número de barcos pesqueiros no mar, pois havia poucos barcos para pescar grandes populações de peixes. Hoje, os fatores limitantes são a quantidade de peixes e a sua capacidade de reprodução. Muitos barcos pesqueiros competem para pegar poucos peixes remanescentes. Construir mais barcos não aumentará o volume de peixes capturados (Daly; Farley, 2003).

Já no lado do capital natural enquanto fundo, há certos fatos: (i) os ecossistemas não são fisicamente transformados nos serviços que geram, (ii) a sociedade tem pouco controle sobre a taxa na qual um fundo gera serviços e (iii) os serviços não podem ser estocados. Por exemplo, uma floresta não se transforma fisicamente quando purifica a água ou regula as inundações. Uma determinada floresta pode purificar ou regular apenas uma quantidade limitada de água por período de tempo (Farley, 2012; Mueller, 2008).

Capital natural e crescimento: pegadas, escalas e limites

O grande problema desse conjunto de conceitos reside no seguinte: a produção econômica, ao extrair capital natural enquanto estoque, afeta o capital natural enquanto fundo, o que inevitavelmente tem efeitos sobre os serviços ecossistêmicos, essenciais para a sobrevivência dos seres humanos e de todas as outras espécies. Assim, um dos desafios centrais para a economia ecológica é determinar que parte de uma estrutura ecossistêmica pode ser convertida em produtos econômicos e que parte deve permanecer intacta para gerar serviços ecossistêmicos (Dasgupta, 2021). Do ponto de vista dos interesses dos humanos, o que importa é a capacidade do estoque de capital natural como um todo de continuar desempenhando as funções e os serviços ecossistêmicos. As atividades que possam causar perdas irreversíveis na provisão de serviços ecossistêmicos passam a ser identificadas como ambientalmente insustentáveis (Ekins, 2011).

No entanto, raramente existe certeza sobre qual é o ponto a partir do qual os danos ao ambiente são irreversíveis. Por isso a análise exclusivamente monetária de questões referentes à sustentabilidade ambiental do processo de desenvolvimento pode ser desastrosa. É fundamental, portanto, avaliar os custos ecológicos do crescimento usando indicadores biofísicos. A pegada material, por exemplo, é um indicador que mede, em toneladas de biomassa, os minerais metálicos e não metálicos e os combustíveis fósseis, ou a quantidade de materiais direta e indiretamente necessários para manter o padrão de consumo médio de uma sociedade. Essa pegada é calculada pela multiplicação da demanda final por bens e serviços de um país por parâmetros multiplicadores que representam os principais requisitos materiais associados a uma unidade (dólar) do produto daquele país (Wiedmann *et al.*, 2015). Como outros indicadores da família das pegadas (incluindo a mais famosa e a primeira delas, a pegada ecológica – *ecological footprint*), a pegada material adota a perspectiva do consumo, e não a da produção. Isso é importante, pois ela capta as demandas globais energéticas, materiais, hídricas, de emissões de CO_2, ou de área bioprodutiva necessária para manter o padrão de consumo de uma determinada sociedade.

Uma primeira tentativa na direção de medir a escala ou o "tamanho" atual do sistema econômico e o tamanho que ele precisa ter para ser ecologicamente sustentável foi o estudo sobre as "fronteiras planetárias" conduzido pelo *Stockholm Resilience Center* (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015). Essas fronteiras são aquelas dentro das quais se prevê que a espécie humana possa "operar" de maneira segura. Os estudos identificaram os processos do sistema planetário e os limiares biofísicos po-

tenciais que, se transgredidos, poderiam gerar mudanças ambientais incompatíveis com o bem-estar da humanidade. Os autores propuseram nove fronteiras que devem ser respeitadas a fim de reduzir os riscos de cruzar esses limiares: mudança climática, ozônio estratosférico, mudança no uso da terra, uso de água doce, diversidade biológica, acidificação dos oceanos, entradas de nitrogênio e fósforo na biosfera e nos oceanos, carregamento de aerossol e poluição química.

Subjacentes à transformação e à fragmentação de *habitats*, à produção e ao consumo de energia e às mudanças climáticas estão o crescimento da população e do consumo *per capita*, variáveis que determinam a escala do sistema econômico. Daí vem a ideia, alinhada com o conceito de estado estacionário de Daly, de manter constantes o estoque de capital manufaturado e o tamanho da população, estabilizando, na medida do possível, o consumo dos recursos naturais. Dependendo do nível em que os estoques ficarem constantes, a capacidade do capital natural de prover recursos e serviços e de absorver resíduos não é comprometida. Essa ênfase na questão da escala (Daly, 1992), do tamanho físico da economia em relação aos processos ecossistêmicos, distingue fortemente a economia ecológica da economia convencional.

Um caminho do meio?

A economia ambiental neoclássica enquadrou a natureza como mais um tipo de capital, ou seja, uma riqueza que dá origem a um fluxo de benefícios. Ela propõe que se estime a perda ecossistêmica em termos monetários por meio de técnicas de valoração econômica. Esse procedimento é duvidoso por não ter o alcance conceitual e metodológico adequado à magnitude da problemática ambiental global. No entanto, estimativas econômicas das perdas ecossistêmicas podem ajudar governos, empresas e cidadãos a entender melhor os custos de longo prazo da monocultura agrícola, da extração de madeira, da mineração e de outras indústrias potencialmente destrutivas e assim reforçar a defesa do mundo natural. Destaque-se a emergência da economia da biodiversidade, tanto pela iniciativa TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), alavancada pelas Nações Unidas, quanto pelo "*The Economics of Biodiversity*" (Dasgupta, 2021). Este último mostra como o crescimento econômico tem tido um custo devastador para a natureza e afirma que a engenhosidade humana e a tecnologia não serão capazes, por si só, de reverter esse quadro.

No que diz respeito à sustentabilidade, a potencial complementaridade entre as duas perspectivas – a fraca e a forte – fica clara em Neumeyer (2010), mas também no Relatório de Desenvolvimento Humano de 2020 (Pnud, 2020). Países dependentes da extração de recursos naturais enfrentam dificuldades para alcançar qualquer forma de sustentabilidade, mesmo a fraca, medida pela poupança genuína. Os seus escores de desenvolvimento humano (IDH) são baixos e podem deixar de ser sustentáveis no futuro se esses países não fizerem investimentos adequados em outras formas de capital. Por outro lado, países com altos escores de IDH são ambientalmente insustentáveis, pois usam intensivamente recursos naturais e liberam enormes emissões de carbono para sustentar os seus ricos padrões de consumo. Romper essa ligação entre desenvolvimento humano e consumo insustentável é um dos principais desafios deste século.

Por sua vez, a abordagem da crítica ecológica não consegue imprimir uma mudança radical de rumos em virtude da força do "realismo" dos interesses econômicos e políticos vigentes. Ainda assim, a sua contribuição é clara, pois exerce cada vez mais influência e está sendo incorporada, ainda que em parte, a novas perspectivas

de construção de um "caminho do meio". Vale destacar a contribuição da economista Raworth (2019), que busca combinar em seu modelo (conhecido como "*doughnut economy*", ou economia da rosquinha) a ideia de que a economia deve ser regulada de modo a operar entre dois patamares determinantes de sustentabilidade: (i) um "piso social" (a face interna da "rosquinha"), abaixo do qual a economia não deve permanecer, devendo crescer o quanto for preciso para suplantar o baixo piso social, e (ii) um "teto ecológico" (a face externa da "rosquinha"), baseado nos estudos ecológicos das fronteiras planetárias que não podem ser ultrapassadas pelo crescimento. Raworth (2019) propõe que os formuladores de políticas sejam agnósticos em relação ao crescimento e que se guiem pelas finalidades mais amplas de bem-estar humano, mesmo que para alcançar tais finalidades ainda seja necessário o crescimento.

Considerações finais

A vertente neoclássica tem um conceito bem estabelecido para lidar com as questões ambientais – o conceito de externalidade. O problema, porém, é que o escasseamento de recursos, a poluição e a perda de resiliência dos ecossistemas são componentes indispensáveis do sistema econômico. É insuficiente analisar tais problemas olhando para um mercado de cada vez, para tentar encontrar onde estariam as "falhas" e então tratar essas falhas como exceções. É preciso uma perspectiva sistêmica e de mais longo prazo, conforme exige a noção de sustentabilidade. Na versão fraca da sustentabilidade, a natureza é mais um tipo de capital que pode dar origem a um fluxo de renda e bem-estar, mas que pode também ser quase totalmente substituído pelo capital construído. Já na sua versão forte, a sustentabilidade depende da manutenção da capacidade dos ecossistemas de continuarem desempenhando as funções e prestando os serviços mais importantes para a vida e o bem-estar humano. Nessa perspectiva, atividades que acarretam a redução da quantidade e/ou qualidade do capital natural além de um nível crítico, como a degradação dos ecossistemas, o agravamento da poluição e a perda da biodiversidade, são insustentáveis, pois afetam a qualidade de vida no futuro.

Portanto, atualmente a questão econômica e ecológica básica da sustentabilidade é saber o quanto podemos utilizar-se de nossa "casa", a cada momento, sem empobrecê-la a ponto de comprometer o uso dela no futuro. Em outras palavras, precisamos saber se é possível que a escala da atividade humana cresça substancialmente sem colocar um estresse indevido nos principais ecossistemas remanescentes. Todavia, a marcha das decisões econômicas, guiada dominantemente pelos interesses individuais e de curto prazo, tem feito com que esse olhar mais amplo sobre o uso da "casa" não venha sendo respeitado ou não prevaleça. Vivemos preferencialmente na expectativa constante de que os danos possam ser transferidos para o futuro ou para os segmentos sociais menos favorecidos, esquecendo, porém, que, por estarmos todos embarcados na mesma nave-Terra, o dano feito a ela é um dano feito a todos.

REFERÊNCIAS

» AMAZONAS, M. Economia ambiental neoclássica e desenvolvimento sustentável. In: NOBRE, M.;

» AMAZONAS, M. de C. (Org.). Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito. Brasília: Edições Ibama, 2002.

» AMAZONAS, M. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. Economia e Sociedade, v. 18, p. 183-212, 2009.

» BOULDING, K. The economics of the coming spaceship Earth. In: JARRETT, H. (ed.). Environmental quality in a growing economy. Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, p. 3-14, 1966.

» CARSON, R. Primavera silenciosa. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1962.

» CECHIN, A. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, H. P. (Org.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

» CECHIN, A. A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Edusp/Senac, 2010.

» DALY, H. E. On economics as a life science. Journal of Political Economy, n. 76, p. 392-406, 1968.

» DALY, H. E. In defense of a steady-state economy. American Journal of Agricultural Economics, v. 54, p. 945–954, 1972.

» DALY, H. E. Steady-state economics. San Francisco: Freeman, 1977.

» DALY, H. E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. Ecological Economics, v. 6, p. 185-193, 1992.

» DALY, H.; FARLEY, J. Ecological economics: principles and applications. Washington: Island Press, 2003.

» DASGUPTA, P. The economics of biodiversity: the Dasgupta review. London: HM Treasury, 2021.

» EHRLICH, P. R. The Population Bomb. New York: Ballantine Books, 1968.

» EKINS, P. Environmental sustainability: from environmental valuation to the sustainability gap. Progress in Physical Geography, v. 35, n. 5, p. 629–651, 2011.

» FARLEY, J. Ecosystem services: the economics debate. Ecosystem Services, v. 1, n. 1, p. 40–49, 2012.

» FISCHER-KOWALSKI, M.; HABERL, H. Social metabolism: a metric for biophysical growth and degrowth. In: ALIER, J. M.; MURADIAN, R. (ed.). Handbook of ecological economics. Cheltenham: Edgar Elgar, 2015.

» GEORGESCU-ROEGEN, N. The economics of production. The American Economic Review: papers and proceedings, v. 60, n. 2, 1970.

» GEORGESCU-ROEGEN, N. The entropy law and the economic process. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

» HARDIN, G. The tragedy of the commons. Science, New Series, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248, 13 dez. 1968.

» HOTELLING, H. The Economics of Exhaustible Resources. Journal of Political Economy, v. 39, n. 2, p. 137-175, 1931.

» LAWN, P. Frontier Issues in Ecological Economics. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2007.

» LAWN, P. On Georgescu-Roegen's contribution to ecological economics. Ecological Economics, v. 29, p. 5-8, 1999.

» MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. Limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books, 1972.

» MUELLER, C. Sustainable development: conceptualizations and measurement. Revista de Economia Política, v. 28, n. 2, 2008.

» NEUMEYER, E. Human development and sustainability. Disponível em SSRN: https://ssrn.com/abstract=1711867 ou http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1711867, 2010.

» PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. Economics of natural resources and the environment. New York: Harvester Wheatsheaf, 1990.

» PIGOU, A. C. The economics of welfare. London: MacMillan & Co., 1920.

» PNUD. A próxima fronteira: o desenvolvimento humano e o Antropoceno. Relatório de desenvolvimento humano 2020. Nova York: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2020.

» RAWORTH, K. Economia Donut: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

» ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. Nature, v. 461, n. 7263, p. 472-475, 2009.

» SOLOW, R. The economics of resources or the resources of economics. American Economic Review, v. 64, n. 2, p. 1-14, 1974.

» SOLOW, R. An almost practical step toward sustainability. Resources Policy, v. 19, n. 3, p. 162-172, 1993.

» STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science, v. 347, n. 6.223, 2015.

» STIGLITZ, J. E. Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. Ecological Economics, v. 22, n. 3, p. 269-270, 1997.

» STIGLITZ, J. E. A neoclassical analysis of the economics of natural resources. In: SMITH, V. K. (ed.). Scarcity and growth reconsidered. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1979.

» WIEDMANN, T. et al. The material footprint of nations. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 112, n. 20, p. 6271-6276, 2015.

» WORLD BANK. Where is the wealth of nations? Measuring capital for the 21st Century. Washington, DC: The World Bank, 2006.

8. SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE

Cristiano Lenzi[1]

Resumo

Nas últimas décadas a questão ambiental adentrou na agenda de pesquisa das ciências sociais em todo o mundo. Esse processo não poderia deixar ilesa a própria sociologia que, ao longo desse período, viu nascer a sociologia ambiental como novo campo de pesquisa. Diante desse cenário e com o intuito de ampliar o debate sobre as questões ambientais no Brasil, o presente texto oferece uma breve apresentação da sociologia ambiental. Para isso examina-se o surgimento, a definição e algumas controvérsias teóricas que a cercam. A parte final do texto explora algumas reflexões sobre os problemas ambientais da perspectiva dos conceitos do desenvolvimento sustentável, sociedade de risco e modernização ecológica, que são conceitos que se destacam atualmente na literatura da sociologia ambiental. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que é sociologia ambiental? e ii) Como a sociologia ambiental busca compreender as relações existentes entre a sociedade e o meio ambiente?

Introdução

A sociologia ambiental é o estudo da vida social humana em interação com o meio ambiente. Ela estuda as interações que ocorrem entre sociedade e meio ambiente e se utiliza de teorias e conceitos provenientes da própria sociologia moderna, reformulando-os em muitos casos para examinar essa relação. Sociedade e meio ambiente são vistos, na perspectiva sociológica, como exercendo influências recíprocas nas quais o modo de vida humano (cultura) tende a gerar consequências para o meio ambiente e vice-versa. Na perspectiva da sociologia ambiental, muitos problemas ambientais contemporâneos têm sua origem em instituições sociais, econômicas e políticas, e as respostas a esses problemas devem, a partir desse olhar sociológico, se reportar a elas. Neste texto buscamos explorar as relações entre sociedade e meio ambiente e, assim, oferecer uma breve apresentação da sociologia ambiental como área de pesquisa nas ciências sociais, examinando o seu surgimento, a sua definição e algumas controvérsias conceituais que a perpassam.

O que é sociologia ambiental?

A proposta de criação de uma sociologia ambiental emerge ao final da década 1970 a partir do trabalho dos sociólogos estadunidenses Willian R. Catton e Riley E. Dunlap. Embora disciplinas, como sociologia urbana e sociologia rural, permitam abordar a relação dos humanos com o seu ambiente (construído/rural), isso não impediu que ambas fossem percebidas como insuficientes para oferecer uma compreensão sociológica da crise ambiental moderna.

1 Curso de Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo

Os fatores que induziram o surgimento da sociologia ambiental são de duas ordens. Primeiramente, deve-se considerar os eventos que ocorreram a partir das décadas de 1960 e 1970 e que, pela sua importância, suscitaram um debate público sobre a condição ambiental do ser humano no planeta. A partir da década de 1970, eventos como a crise do petróleo (1973), acidentes nucleares (Three Mile Island, 1979; Chernobyl, 1986) e químicos (Love Canal, 1978; Bhopal, 1984) alavancaram o debate público sobre os problemas ambientais em diferentes lugares do mundo, especialmente EUA e Europa. Simultaneamente, esse debate ganhou forte impulso em razão de várias publicações que impulsionaram o interesse público pelas questões ambientais.[2]

Para além desse contexto político, alguns fatores internos vinculados ao próprio campo acadêmico contribuíram para o surgimento da sociologia ambiental. De especial importância foram os artigos publicados ao final da década de 1970 por Catton e Dunlap (1978a, 1978b). Neles a proposta de uma sociologia ambiental apareceu pela primeira vez de maneira articulada na literatura sociológica[3]. Nesses dois artigos, eles criticaram o que chamaram de *human exemptionalism paradigm* (HEP). HEP diz respeito ao conjunto de pressupostos antropocêntricos que, segundo eles, faria com que a sociologia se mantivesse afastada da análise dos problemas ambientais. Em resposta a esses pressupostos, eles propuseram uma sociologia ambiental que se orientaria por um novo paradigma ecológico (*new ecological paradigm* – NEP).

Há duas formas de se definir a sociologia ambiental. Uma é mais abrangente e outra mais restrita. A primeira consta em Catton e Dunlap (1978a, 1978b), Dunlap (2015) e Gould e Lewis (2009). Nessa visão, a sociologia ambiental se constitui no estudo das interações da sociedade com o meio ambiente (Dunlap, 2015). Ou, como sugerem Gould e Lewis (2009, p. 2), no "estudo de como os sistemas sociais interagem com os ecossistemas". A segunda definição de sociologia ambiental, mais restrita, tende a vê-la como o estudo dos problemas ambientais. Frey afirma que os problemas ambientais "ocorrem quando o estoque de recursos físicos é esgotado ou degradado, ou quando a capacidade assimilativa dos sumidouros naturais é excedida" (Frey, 2001, p. 6)4.

Considerando as complexas relações existentes entre sociedade e meio ambiente, como a sociologia ambiental nos ajuda a compreendê-las? Inicialmente, é possível dizer que as pesquisas em sociologia ambiental, no geral, abordam um dos quatro eixos temáticos indicados na Figura 1. No item (a) constam as pesquisas que buscam explicar decisões, processos e estruturas sociais que produzem algum tipo de pressão sobre os recursos e serviços ambientais. Em geral, eles são associados ao capitalismo, industrialismo, urbanismo, Estado-nação, consumo e globalização. No item (b) constam os tipos de problemas ambientais produzidos pelos processos identificados no item (a). Em termos sociológicos, esses problemas emergem pelo fato de o meio ambiente exercer um papel para a sociedade na sua condição de (i) recurso (finito, renovável ou permanente), (ii) sumidouro e (iii) serviço ambiental (Jacobs, 1991). As pesquisas que se encontram no item (b), geralmente abraçam essas e outras questões.

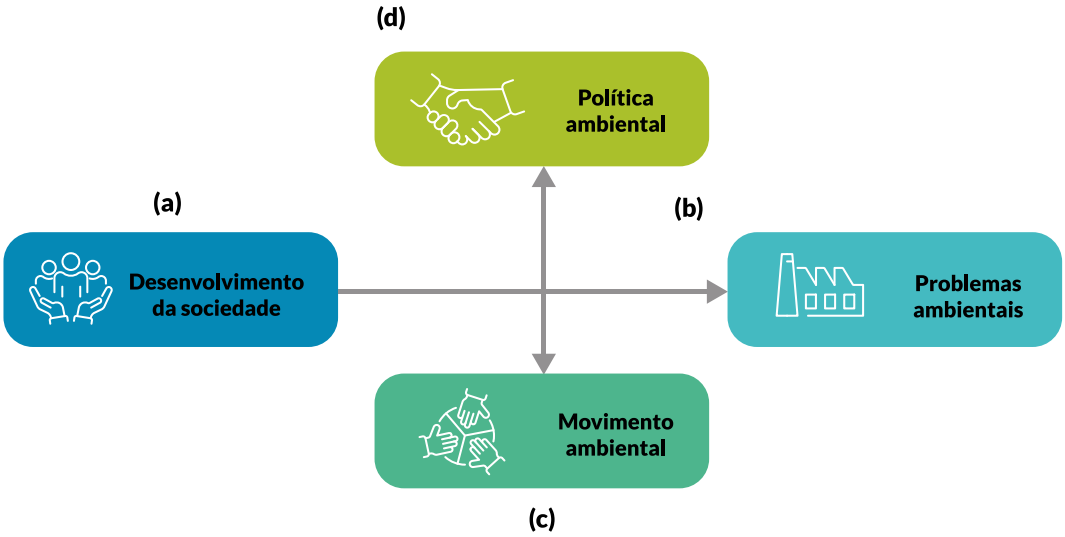
2 Entre esses trabalhos estão *Silent Spring (Primavera Silenciosa)*, de Raquel Carson, publicado em 1962, The Tragedy of the Commons (A Tragédia dos Comuns), de Garrett Hardin, publicado em 1968, *The Population Bomb (A Bomba Populacional)*, de Paul Ehrlich, publicado em 1968, *Limits to Growth (Limites do Crescimento)*, de Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers e William W. Behrens, publicado em 1972. Não se pode esquecer da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, de 1972, e outros encontros mundiais que se seguiram a ela. Também importante nesse período foi a atuação do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (Unep), a mobilização da sociedade civil, com o surgimento de conhecidas organizações ambientais (como Greenpeace) e a mídia, sem a qual a visibilidade pública das questões ambientais seria impossível.

3 Curso de Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo

4 Essa definição de Frey (2001) extrai seus pressupostos dos trabalhos de Daly (1996), Schnaiberg (1980) e Schnaiberg and Gould (1994). Uma análise detalhada sobre as disputas teóricas envolvendo a análise sociológica dos problemas ambientais pode ser encontrada em Stover (2018).

Nos itens (c) e (d), encontramos os estudos que examinam as respostas políticas que eventualmente surgem em razão dos problemas ambientais. Essas respostas podem ocorrer por meio da sociedade civil (item c) ou de políticas públicas implementadas pelo Estado (item d).

Figura 1 – Eixos temáticos da sociologia ambiental



Fonte: Nelissen apud Leroy e Nelissen (1999)

Teorias sociológicas podem diferir substancialmente na forma como buscam compreender os problemas ambientais. Por isso, podem oferecer respostas distintas ao tentar uma melhor compreensão deles:

> **(i) Realidade socioambiental:** *teorias sociológicas podem oferecer visões distintas sobre a realidade socioambiental. Enquanto algumas a veem como independente das percepções dos indivíduos, outras a tomam como um resultado dos processos interativos nos quais esses mesmos indivíduos participam ativamente, o que significa que a realidade não seria algo "dado", mas uma "construção social".*
>
> **(ii) Conflito/consenso social:** *certas teorias sociológicas veem a sociedade assentada num consenso que perpassa todas as esferas da vida social. Contudo, essa visão é contestada por outras teorias que consideram o conflito como o principal eixo estrutural que mantém a ordem social.*
>
> **(iii) Instituições/modernidade:** *enquanto certas teorias sociológicas podem tomar a economia (capitalismo) como o principal eixo estruturador da vida social moderna, outras incorporam, sem necessariamente negar a importância dos interesses econômicos, fatores adicionais para operar esse tipo de explicação (ciência, tecnologia, Estado-nação, ideologia, etc.).*

Essas controvérsias teóricas penetram e condicionam a evolução da sociologia ambiental. O item (i) faz referência aos embates teóricos existentes entre o realismo crítico (Dickens, 1992) e construtivismo socioambiental (Hannigan, 1995). As disputas mencionadas no item (ii) se relacionam às controvérsias alimentadas por pesquisas socioambientais influenciadas por teorias funcionalistas (Parsons/Durkheim) e do conflito (Marx/Weber). O item (iii) faz referência aos embates teóricos envolvendo a importância atribuída aos diferentes eixos institucionais da modernidade (industrialismo, capitalismo, Estado-nação) que podem ser vinculados à produção dos problemas ambientais.[5]

5 Curso de Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo

A diversidade teórica existente na literatura da sociologia ambiental é abrangente e pode ser capturada a partir dos seguintes conceitos e teorias:

- *ecologia social (Bookchin, 2006)*
- *novo paradigma ecológico (Catton; Dunlap, 1978a, 1978b)*
- *treadmill da produção (Schnaiberg, 1980)*
- *sociedade de risco (Beck, 1992)*
- *justiça ambiental (Bullard, 2000)*
- *construtivismo socioambiental (Hannigan, 1995)*
- *marxismo ecológico (Benton, 1996; Foster, 2001; Moore, 2015)*
- *modernização ecológica (Mol, 1995; Mol e Spaargaren, 2000)*
- *ecofeminismo (Buckingham-Hatfield, 2000)*
- *microssociologia ambiental (Brewster; Puddephatt, 2017).*
- *desenvolvimento sustentável (Baker, 2006; Burns, 2016; Yeatts et al., 2023).*

Essa lista oferece apenas um inventário aproximado da pluralidade teórica existente hoje na sociologia ambiental. Uma revisão mais sistemática da literatura poderia ampliá-la. Para o caso dos temas abordados tanto nesses e em outros estudos, encontramos uma diversidade ainda maior. Burns (2016) e Leroy e Nelissen (1999), ao revisar a literatura, apresentam os seguintes exemplos de temas tratados nesses trabalhos:

- *análise estrutural do surgimento de problemas ambientais*
- *opinião, comportamento e atitudes sobre questões ambientais*
- *comunicação ambiental*
- *estudos sobre estilo de vida e comportamento do consumidor*
- *movimentos ambientais*
- *mobilização social (em resposta aos problemas ambientais)*
- *regulação e governança e políticas ambientais*
- *liderança e inovação tecnológica*
- *mudança ambiental global*
- *ecofeminismo*
- *teoria social*
- *tópicos específicos: energia, mudança climática, pesca, florestas, recursos hídricos, poluição, conflitos, turismo, resíduos, educação ambiental, transporte, biocombustíveis, etc.*

Sociólogos ambientais desenvolvem pesquisas socioambientais em muitas áreas diferentes, abraçando tanto os impactos ambientais quanto os seus efeitos sociais e políticos. Analisam também as respostas, em termos de inovação organizacional, tecnológica e política, que comunidades, organizações e governos podem dar a esses problemas. Toda essa diversidade teórica e temática ocorre na sociologia ambiental porque as interações humanas com o meio ambiente são complexas e diversas.

Sustentabilidade, risco e modernização

Dada a impossibilidade de examinar a pluralidade conceitual e temática existente na literatura da sociologia ambiental, apresentamos a seguir uma reflexão envolvendo desenvolvimento sustentável, sociedade de risco e modernização ecológica. O objetivo é ilustrar as diferentes questões que emergem na análise dos problemas ambientais quando examinados à luz desses conceitos.[6]

Desenvolvimento sustentável

Em 1983, quando o conceito de desenvolvimento sustentável nem fora lançado pelo Relatório Brundtland, Catton (1983) já sugeria que o interesse central da sociologia ambiental deveria ser o de examinar as condições de transição para uma sociedade sustentável. Isso poderia sugerir uma relação próxima entre sociologia ambiental e sustentabilidade, mas nem todos concordam com isso. Passerini (1998, p. 61) nota que a sustentabilidade é mais frequentemente conceituada em áreas como ecologia e economia, e não na sociologia.

Cabem algumas considerações sobre essa discussão antes de apresentarmos a nossa visão. Em primeiro lugar, desde o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável no Relatório Brundtland emergiram muitas análises sociológicas importantes sobre o tema. Contudo, esses trabalhos se caracterizaram, incialmente, mais pela crítica do que pela defesa do conceito.[7] Independente disso, análises desse tipo podem ser vistas como contribuindo para iluminar os desafios políticos que rodeiam o conceito.

Em segundo lugar, a sustentabilidade tende a ser abordada em muitos trabalhos sociológicos de maneira específica. Existem pesquisas sociológicas que versam sobre “cidades sustentáveis”, “estilos de vida sustentáveis” e “consumo sustentável”. A sustentabilidade tende a ser examinada nesses estudos sempre como uma prática social particular.

Em terceiro lugar, embora cientistas sociais, incluindo os próprios sociólogos, contribuam para a análise da dimensão social da sustentabilidade, nem sempre essa dimensão parece ser vista como importante para as abordagens dominantes do conceito.[8]

6 Curso de Gestão Ambiental, Universidade de São Paulo

7 Um trabalho com esse perfil é Redflict (1987). Trabalhos mais recentes que examinam diretamente o conceito de desenvolvimento sustentável são Redclift e Woodgate (1997) e Sachs (1997).

8 Jarvis et al. (2001) observam que enquanto a sustentabilidade ambiental está geralmente associada às relações do sistema econômico com os recursos físicos do meio ambiente, a sustentabilidade social vincula-se às relações existentes entre as ações individuais e as estruturas institucionais. Contudo, eles observam: "Esta questão tem sido, em grande medida, negligenciada pelos debates dominantes sobre sustentabilidade" (Jarvis et al., 2001, p. 127).

Em quarto lugar, quando a sustentabilidade não aparece com clareza nas pesquisas sociológicas, isso ocorre muitas vezes pelo fato de esse conceito ser preterido por outras estratégias conceituais. No entanto, embora diferentes, essas estratégias se assemelham muito ao próprio conceito de sustentabilidade.[9]

Em quinto lugar, devemos acrescentar que as pesquisas realizadas na sociologia ambiental têm sido percebidas como importantes para a análise e discussão das estratégias de desenvolvimento.[10] Por fim, não podemos esquecer que o conceito de sustentabilidade sempre esteve implicado, mesmo que de maneira indireta, em muitas pesquisas produzidas pela sociologia ambiental. Estamos nos referindo aqui às pesquisas desenvolvidas sobre o ambientalismo em sua condição de movimento social.[11]

Nas últimas duas décadas, muitas experiências inspiradas pelos princípios do desenvolvimento sustentável surgiram em lugares diferentes do mundo (Jacobs, 1999). Em muitos casos, essas transformações sustentáveis (cidade, consumo, etc.) demonstram que, para além de um princípio restrito ao imaginário político ambientalista, a sustentabilidade tem expressado um sólido interesse público. Isso ocorre quando essa ideia política deixa de se constituir numa bandeira de um pequeno grupo de ativistas e se transmuta em ações, práticas e políticas abraçadas por comunidades, sociedades e governos. Nesses casos, a sociologia ambiental toma o conceito de sustentabilidade (e o de desenvolvimento sustentável) como um conceito político normativo (Burns, 2016; Lafferty; Langhelle, 1999) ou conceito contestável (Baker *et al.*, 1997; Jacobs, 1999). Esses conceitos são utilizados para compreender as situações em que a sustentabilidade, como ideia e ideal político, tende a redundar em ações coletivas e políticas públicas de algum tipo. Isso tem a tendência de ocorrer nas circunstâncias em que o conceito se transforma numa construção sociopolítica (Baker *et al.*, 1997). A pesquisa sociológica, nesses casos, tende a voltar a sua atenção menos para o significado acadêmico do conceito e mais para o sentido que lhe é atribuído no próprio processo político:

> *Ao centrar a atenção no desenvolvimento sustentável como um conceito sociopolítico, a atenção pode se desviar dos debates cada vez mais estéreis sobre o significado preciso do termo e se voltar, por sua vez, ao processo contemporâneo de implementação de políticas de desenvolvimento sustentável (Baker et al., 1997, p. 7).*

Nesse cenário, quando a sustentabilidade como ideal político se faz sentir na estrutura do Estado, exigindo a rejeição e o descarte de padrões políticos existentes, pode-se até mesmo falar de uma ruptura paradigmática da política ambiental contemporânea (Carter, 2001).[12]

9 Esse é o caso do conceito de racionalidade ecológica que pode ser encontrado em vários trabalhos e pesquisas sociológicas. Assim, em seu livro Rethinking Green Politics, Barry afirma que a "ideia de racionalidade ecológica, a qual captura a essência da sustentabilidade ecológica, será utilizada como um critério apropriado para julgar arranjos institucionais diferentes" (grifo nosso) (1999, p. 108).

10 Para uma análise da contribuição da sociologia ambiental para as discussões sobre o próprio conceito de desenvolvimento (sustentável), ver Givens, Clark e Jorgenson (2016).

11 O ambientalismo não apenas se vincula a muitas transformações associadas ao conceito de sustentabilidade, mas é também o principal agente a impulsionar o valor da sustentabilidade no espaço público. Como dirá Eckersley: "[...] o movimento verde e os partidos verdes podem com razão reivindicar que foram os iniciadores e defensores desse conceito popular (e bastante flexível) no que ele tem de mais radical, de mais acerado. [...] O debate verde acerca da sustentabilidade tende a travar-se em termos muito mais provocadores do que o debate político mais corrente quando trata das questões fundamentais de saber o que deve ser sustentado [...]" (Eckersley, 2003, p. 326).

12 Entre os temas mais abordados na literatura sociológica voltada ao conceito de desenvolvimento sustentável há tópicos como (i) inovação tecnológica sustentável, (ii) políticas ambientais, e (iii) transformações sociais. Sobre essa questão, ver Burns (2016) e Yeatts et al. (2023).

Sociedade de risco

O sociólogo alemão Ulrich Beck publicou em 1986 o livro *Risk Society: Beyond New Modernity*. A obra se tornou uma referência para muitos trabalhos na sociologia ambiental. Ele usa a expressão "sociedade de risco" (Beck, 1992) para descrever um processo de mudança social que estaria por ocorrer nas nações mais ricas do planeta. A mudança social que o termo busca descrever é induzida por dois fatores principais: (i) riscos ambientais e (ii) conflitos. Ambos os fatores condicionam o processo de mudança social descrito pelo conceito de sociedade de risco. Os novos riscos ambientais induzem à mudança em razão de sua novidade sociopolítica. Esses riscos, diz Beck, "não são (i) delimitáveis, seja social ou temporalmente, (ii) imputáveis de acordo com as regras prevalecentes de causalidade, culpa e responsabilidade, e (iii) nem compensáveis ou asseguráveis" (1995, p. 2). As origens desses novos riscos estão em dois eixos importantes que ajudaram a configurar o mundo moderno: o desenvolvimento tecnocientífico e o sistema econômico capitalista globalizado. Esses dois eixos institucionais estão entrelaçados. Na medida em que esses riscos são publicamente reconhecidos, conflitos de diferentes tipos tendem a se desenvolver criando, simultaneamente, rupturas políticas. Esses conflitos emergem porque o reconhecimento público desses riscos tende a induzir um reconhecimento das falhas e erros das instituições que, em tese, deveriam salvaguardar o bem-estar coletivo. O reconhecimento público de riscos ambientais sempre envolve, então, um processo contencioso.

Para Beck (1992), riscos e percepção de risco estão interligados. Se a ciência é a condição pela qual os mais novos riscos são percebidos, então a forma como a própria ciência se encontra institucionalizada influencia de maneira significativa a nossa percepção deles. Porém, existem fatores institucionais que levam a ciência a colaborar na produção dos riscos ambientais contemporâneos. Entre eles está o vínculo entre interesses econômicos e científicos. Para Beck (1992), esse vínculo tem implicações políticas importantes e ocorre sempre que inovações tecnológicas são estimuladas sem que corporações e o próprio Estado ofereçam respostas satisfatórias para as incertezas e riscos que essas mesmas inovações produzem. No contexto da sociedade de risco as decisões científicas sobre riscos ambientais têm um conteúdo político importante, uma vez que são legitimadas por meio da autoridade política do Estado, mas, ao mesmo tempo, essas decisões podem levar a uma "explosão social do risco" (Beck, 1992) quando o público percebe o seu teor de irresponsabilidade. Nesses casos, "erros tecnológicos" podem se transformar em "erros políticos" e até mesmo induzir um processo de mudança político-institucional.

Modernização ecológica

A teoria da modernização ecológica emergiu na Europa associada às novas tendências das políticas ambientais na região. Uma parte substantiva das discussões sobre o conceito ocorre nos países reconhecidos por aplicar os seus preceitos. Suécia, Áustria, Finlândia, Alemanha, Holanda, Dinamarca e Noruega são geralmente considerados os países pioneiros na promoção da modernização ecológica (Andersen; Liefferink, 1997). Tal como o conceito de sociedade de risco, essa teoria busca descrever uma transição ecológica que, segundo os seus proponentes, estaria ocorrendo nas nações mais industrializadas. Mol (1995, p. 37), sociólogo holandês, vê essa modernização como "uma transformação ecológica do processo de industrialização numa direção na qual a base de sustentação pode ser garantida". Em outras palavras, modernização ecológica sugere uma mudança das práticas de produção e consumo

em direção à sustentabilidade ambiental[13]. Essa transição ecológica, segundo a teoria da modernização ecológica, ocorre especialmente no âmbito da economia (mercado), do conhecimento (ciência-tecnologia) e da política (Estado). Nenhum desses eixos é capaz, segundo os proponentes dessa teoria, de induzir isoladamente essa transição ecológica. A transição exige um trabalho colaborativo e sinergético envolvendo uma gama complexa de instituições e atores. Ela exige, por exemplo, a presença de um movimento ambientalista atuante e de uma opinião pública receptiva aos valores ecológicos. Ao mesmo tempo, os consumidores se transformam em agentes de mudança quando esses mesmos valores acabam por influenciar suas decisões. Quando ocorre essa dinâmica complexa, as questões ambientais são lançadas, segundo a teoria da modernização ecológica, no centro das estratégias de desenvolvimento, envolvendo energia, tecnologia, ciência, consumo e economia.[14]

Pluralismo sociológico

Os conceitos que acabamos de examinar apresentam questões um tanto diferentes. O conceito de sustentabilidade é um ideal político cuja realidade pode ganhar forma apenas quando se transmuta em interesse público. Embora isso pareça um tanto óbvio, como diz Jacobs (1991), a sustentabilidade torna-se uma realidade política apenas quando é eleita como princípio regulatório para orientar as decisões públicas. Sem isso, ela permanece como abstração. Por isso, o conceito deve ser visto como essencialmente político, pois exige a criação de um interesse público que o promova. Essa é uma razão pela qual os sociólogos ambientais conferem ao ambientalismo um papel transformador. Se a ética da sustentabilidade precisa encontrar um habitat político apropriado para nascer e germinar, é no âmbito da sociedade civil que ela encontrará o seu terreno mais fértil. Os estudos sociológicos do conceito contribuem justamente para examinar esse processo de construção sociopolítica da sustentabilidade.

13 A transição ecológica é descrita na teoria da modernização ecológica como um processo de emancipação da racionalidade ecológica. O conceito de racionalidade ecológica tem semelhanças evidentes com o próprio conceito de sustentabilidade, como indicamos anteriormente. Para uma análise dessas questões, ver Lenzi (2022).

14 Para a teoria da modernização ecológica, cinco eixos de mudança devem coexistir para que ocorra a transição ecológica da produção e do consumo. São eles: (i) ciência e tecnologia, (ii) mercado, (iii) Estado, (iv) movimentos sociais, e (v) ideologia. Ver Mol e Sonnenfeld (2000).

A teoria da modernização ecológica tende a concentrar a sua atenção nas mudanças dos processos de produção e consumo. Os seus interesses são convergentes e até mesmo cruzam com o debate sobre o conceito de desenvolvimento sustentável (Lenzi, 2022). Essa abordagem da sociologia ambiental parece vislumbrar uma trajetória de mudança social em áreas nas quais os riscos ambientais são conhecidos com algum grau de confiança e, ao mesmo tempo, podem ser submetidos aos instrumentos usualmente aplicados na política pública. Ao mesmo tempo, a teoria da modernização ecológica tende a se concentrar na relação interdependente que precisa ocorrer entre diferentes atores e instituições para se promover uma transição ecológica do sistema industrial. Nesse sentido, a modernização ecológica pode ser considerada como sociologicamente singular ao oferecer esse tipo de análise.

Contudo, se essas mudanças podem ser consideradas importantes, e muitos diriam que são, a teoria da sociedade de risco tende a colocar questões pertinentes que, caso não alterem radicalmente o nosso julgamento sobre esse processo, podem requalificá-lo de alguma maneira. O debate sobre os riscos ambientais contemporâneos continua a ser pautado por um alto grau de incerteza em alguns casos. Se os custos ambientais das externalidades podem ser internalizados em alguns setores econômicos nos quais progressos possam ocorrer, como seria em áreas nas quais a nossa percepção dos riscos é marcada pela incerteza e ignorância? Considerem-se as inovações tecnológicas em áreas cujos efeitos sociais e ambientais desconhecemos até o momento (ex.: nanotecnologia, biotecnologia, etc.). Daí que muitos pesquisadores considerem o conceito de sociedade de risco importante por chamar a nossa atenção para os possíveis tropeços de um otimismo cego à imperfectibilidade humana.[15]

Para além das diferenças, é possível encontrar pontos de convergência que atravessam esses conceitos. O primeiro deles nos remete às questões distributivas. O conceito de desenvolvimento sustentável tem um compromisso com questões distributivas, na medida em que enuncia um compromisso ético intergeracional central. No caso da teoria da sociedade de risco, conflitos distributivos também se mostram relevantes para compreender a condição ambiental moderna. Os conflitos sobre riscos ambientais, que contribuem para a mudança social que o conceito de sociedade de risco descreve, vinculam-se, como vimos, à "distribuição de riscos produzidos pelo desenvolvimento tecnocientífico" (Beck, 1992, p. 19). Até mesmo o conceito de modernização ecológica parece abordar essa questão de algum modo. Afinal, à medida que as externalidades ambientais produzidas pelo sistema industrial-capitalista são percebidas como sendo passíveis de serem substancialmente reduzidas, os conflitos distributivos que delas decorrem são igualmente reconhecidos como problemas politicamente administráveis. Daí que a transição ecológica que a teoria da modernização ecológica afirma ocorrer poderia ser vista como uma mudança social em que um jogo de "soma-zero" seria então substituído por outro de "soma positiva". Esse argumento não deixa de apresentar, portanto, um ponto de vista distributivo, uma vez que o balanço de perdas e ganhos associados às externalidades ambientais negativas seria substancialmente alterado.

15 Alguns argumentos de Beck (1992) sobre a sociedade de risco parecem aproximá-lo mais do conceito de desenvolvimento sustentável do que da teoria da modernização ecológica. Isso porque as preocupações com os riscos produzidos pelo desenvolvimento tecnocientífico constituem-se numa preocupação central nos debates sobre o princípio de precaução. Esse princípio se vincula diretamente ao próprio discurso do desenvolvimento sustentável. Sobre essas questões, ver Lenzi (2022).

Conclusão

A sociologia ambiental surgiu na esteira do debate público global sobre a crise ambiental contemporânea. Ela é, de certa forma, o resultado de uma demanda pública para a compreensão da nossa condição ambiental moderna. Vimos que é possível defini-la de uma maneira abrangente ou específica. Nesse último caso, a sociologia ambiental busca oferecer uma explicação sociológica para os chamados problemas ambientais. Essa explicação deve ser buscada, a partir dessa perspectiva, nos próprios processos e instituições que deram origem ao período moderno. Entre eles encontram-se o capitalismo, o industrialismo (ciência e tecnologia), o Estado-nação e a cultura (consumismo). A nossa análise final sobre os conceitos de desenvolvimento sustentável, sociedade de risco e modernização ecológica ajudou a ilustrar como algumas dessas questões se encontram diluídas na leitura que esses mesmos conceitos oferecem para a problemática ambiental. Muitos leitores interessados nos estudos socioambientais poderiam se queixar das discordâncias que essa pluralidade conceitual tende a produzir. Contudo, o desenvolvimento da sociologia contemporânea tem sido marcado pela diversidade de teorias e, para muitos pesquisadores, a sua riqueza se situa justamente nessa pluralidade. Embora essa diversidade possa nos deixar um tanto inquietos, é a partir dela que um debate mais completo sobre os problemas ambientais eventualmente pode ocorrer.

REFERÊNCIAS

» ANDERSEN, M. S.; LIEFFERINK, D. European environmental policy: the pioneers. New York: Manchester University Press, 1997.

» BAKER, S. Sustainable development. London: Routledge, 2006.

» BAKER, S.; KOUSIS, M.; DICK, R.; YOUNG, S. Introduction: the theory and practice of sustainable development in EU perspective. In: BAKER, S.; KOUSIS, M.; DICK, R.; YOUNG, S. The politics of sustainable development. Theory, policy and practice within the European Union. London: Routledge, 1997.

» BARRY, J. Rethinking green politics. London: Sage, 1999.

» BECK, U. Ecological enlightenment: essays on the politics of the risk society. New Jersey: Humanities Press, 1995.

» BECK, U. Risk society: towards a new modernity. London: Sage, 1992.

» BELL, M. M.; LEGUN, K. A. The environment. In: TREVIÑO, A. J. Investigating social problems. California: Sage, 2015, p. 366-393.

» BENTON, T. The greening of Marxism. New York: Guilford Press, 1996.

» BOOKCHIN, M. Social ecology and communalism. Oakland, CA: AK Press, 2006.

» BREWSTER, B. H.; PUDDEPHATT, A. Microsociological perspectives for environmental sociology. New York: Routledge, 2017.

» BUCKINGHAM-HATFIELD, S. Gender and environment. London: Routledge, 2000.

» BULLARD, R. D. Dumping in Dixie. Race, class, and environmental quality. Boulder: Westview Press, 2000.

» BURNS, T. R. Sustainable development: agents, systems and the environment. Current Sociology Review, v. 64, p. 975-906, 2016.

» CARTER, N. The politics of the environment. Ideas, activism, policy. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

» CATTON, W. R.; DUNLAP, R. E. Environmental sociology: a new paradigm. The American Sociologist, v. 13, p. 41-49, 1978a.

» CATTON, W. R.; DUNLAP, R. E. Paradigms, Theories, and the Primacy of the Hep-Nep Distinction. The American Sociologist, v. 13, n. 4, p. 256-259, 1978b.

» CURWORTH, E. Environment and society. London: Routledge, 2003.

» DALY, H. Beyond growth: the economics of sustainable development. Boston: Beacon Press, 1996.

» DICKENS, P. Society and nature: toward a green social theory. Philadelphia: Temple University Press, 1992.

» DUNLAP, R. E. Environmental sociology. In: WRIGHT, J. D. (ed.). International encyclopedia of social & behavioral sciences. Netherlands: Elsevier, 2015, p. 796-803.

» ECKERSLEY, R. Política. In: JAMIESON, D. Manual de filosofia do ambiente. Lisboa: Instituto Piaget, 2003, p. 325-333.

» FOSTER, J. B. Marx' theory of metabolic rift: classical foundations for environmental sociology. In: FREY, R. S. The environment and society. Boston: Allyn and Bacon, 2001, p. 63-95.

» FREY, R. S. Environmental problems. In: FREY, R. S. The environment and society. Boston: Allyn and Bacon, 2001, p. 4-25.

» GIVENS, J. E.; CLARK, B.; JORGENSON, A. K. Strengthening the ties between environmental sociology and sociology of development. In: MAKARYAN, S. The Sociology of Development Handbook. California: University of California Press, 2016.

» GOULD, K. A.; LEWIS, T. L. An introduction to environmental sociology. In: GOULD, K. A.; LEWIS, T. L. Twenty lessons in environmental sociology. Oxford, New York: Oxford University Press, 2009.

» HANNIGAN, J. A. Environmental sociology: a social constructionist perspective. London: Routledge, 1995.

» JACOBS, M. Green Economy. Environment, sustainable development and the politics of the future. London: Pluto Press, 1991.

» JACOBS, M. Sustainable development as a contested concept. In: DOBSON, A. Fairness and futurity: essays on environmental sustainability and social justice. Oxford: Oxford University Press, 1999.

» JARVIS, H.; PRATT, A. C.; WU, P. C.-C. The Secret life of cities. The social reproduction of everyday life. London: Routledge, 2001.

» LAFFERTY, W. M.; LANGHELLE, O. Sustainable development as concept and norm. In: LAFFERTY, W. M.; LANGHELLE, O. Towards Sustainable Development: on the goals of development – and the conditions of sustainability. London: Macmillan, 1999.

» LENZI, C. L. Environmental sociology: risk and sustainability in modernity. New York: Lexington Books, 2022.

» LEROY, P.; NELISSEN, N. Social and political sciences of the environment: three decades of research in the Netherlands. Utrecht: International Books, 1999.

» MOL, A. P. J. The refinement of production: ecological modernization and the chemical industry. Utrecht: Van Arkel, 1995.

» MOL, A. P. J.; SPAARGAREN, G. Ecological modernisation in debate: a review. In: MOL, A. P. J.; SONNENFELD, D. A. Ecological modernisation around the world: perspectives and critical debates. London: Frank Cass, 2000, p. 17-49.

» MOORE, J. W. Capitalism in the Web of Life. Ecology and the Accumulation of Capital. New York: Verso, 2015.

» PASSERINI, E. Sustainability and sociology. The American Sociologist, v. 29, n. 3, p. 59-70, 1998.

» REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. Sustainability and social construction. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. The International Handbook of Environmental Sociology. Cheltenham: UK, 1997, p. 55-70.

» SACHS, W. Sustainable development. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. The International Handbook of Environmental Sociology. Cheltenham: UK, 1997, p. 71-82.

» SCHNAIBERG, A. The Environment: from surplus to scarcity. New York: Oxford University Press, 1980.

» SCHNAIBERG, A.; GOULD, K. A. Environment and society: the enduring conflict. New York: St. Martins Press, 1994.

» STOVER, K. Environmental problems. In: TREVIÑO, J. J. The Cambridge Handbook of Social Problems. Volume 2. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

» YEATTS, D.; COOKSEY, C.; MESSENGER, L. The sociology of sustainable development: a focus on communities. In: ZAFIROVSKI, M. (ed.). The Routledge international handbook of economic sociology. London: Routledge, 2023, p. 564-582.

9. POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE

Ana Karine Pereira[1]
Yasmin Oliveira[1]
Marcela Ibiapino[2]

Resumo

Este capítulo aborda as questões ambientais e de sustentabilidade a partir da perspectiva do Estado, das suas organizações, da sua burocracia e dos seus instrumentos. O objetivo dele é discutir as intersecções entre sustentabilidade e políticas públicas pela abordagem do meio ambiente, apresentando os conceitos de políticas públicas, políticas ambientais e políticas de sustentabilidade. A partir de uma revisão de literatura, o capítulo descreve e analisa as principais ações institucionais do setor público para enfrentar a crise ambiental, enfatizando a criação de organizações, o fortalecimento da burocracia, a aprovação de normas e de instrumentos de políticas públicas. Essa análise é aplicada tanto no cenário internacional como no brasileiro, apesar de a ênfase recair na descrição da política nacional. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que são questões ambientais e como elas foram geridas pelo Estado no contexto global? (ii) Como se consolidou o arcabouço institucional da política ambiental brasileira e quais são as suas características atuais? (iii) Quais são as peculiaridades da política ambiental?

Introdução

A crise ambiental representa um dos maiores desafios do mundo contemporâneo (Forchtner, 2019). Ela se desdobra em diversas dimensões – entre as quais o aquecimento global e a perda da biodiversidade (Borinelli, 2011). Neste capítulo, o estudo dessa crise tem como foco analítico as ações públicas e o Estado, ressaltando as intersecções entre políticas públicas, sustentabilidade e meio ambiente.

Na sua acepção ampla e funcionalista, as políticas públicas podem ser entendidas como respostas do sistema político-administrativo a problemas coletivos considerados politicamente inaceitáveis (Howlett *et al.*, 2013). Dessa forma, a natureza das políticas públicas é a busca de soluções para problemas coletivos. Elas podem assumir múltiplas formas – regras gerais e abstratas, decisões administrativas, autorizações, subsídios e incentivos (Knoepfel *et al.*, 2007). A produção de políticas públicas, apesar da possível participação de atores localizados fora do Estado, tem os seus *loci* principais nas instituições da administração pública, nos políticos eleitos e nas burocracias estatais, pois eles concentram as competências formais para regular o comportamento individual e para solucionar problemas de ação coletiva (Knoepfel *et al.*, 2007).

As políticas públicas ambientais são definidas a partir de sua natureza predominantemente regulatória e negativa, reunindo as ações das autoridades públicas que moldam os comportamentos individuais, das empresas e dos órgãos públicos em prol de um meio ambiente sustentável (Torres; Bustamante, 1990). Essa característica regulatória é viabilizada pela aplicação de instrumentos de comando e controle, informacionais e econômicos (Moura, 2016). Por sua vez, as políticas de sustentabilidade englobam quatro esferas principais: a natural, a social, a cultural e a econômica. Essas políticas são entendidas a partir de estratégias e ações que visam promover

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental do Tribunal de Justiça de Goiás

o equilíbrio entre o desenvolvimento humano, a proteção ambiental e a justiça social. Elas devem fomentar a equidade social, o fortalecimento de comunidades, respeitar a diversidade cultural, promover a gestão sustentável dos recursos e orientar as políticas econômicas no sentido de um desenvolvimento ambientalmente sustentável (Sachs, 1986; Veiga, 2015).

Este capítulo aborda o debate sobre políticas públicas e sustentabilidade a partir do recorte do meio ambiente. Ele busca responder três perguntas centrais: o que são questões ambientais e como o Estado as geriu no contexto global? Como se consolidou o arcabouço institucional da política ambiental brasileira e quais são as suas características atuais? Quais são as peculiaridades da política ambiental brasileira? Cada uma dessas perguntas será tratada nas diferentes seções deste capítulo. Na seção seguinte definimos as questões ambientais, além de apresentar as primeiras respostas que os Estados deram a elas no cenário internacional; a terceira seção tem uma natureza histórica, reconstituindo a institucionalização da política ambiental e de sustentabilidade no Brasil; a quarta seção aborda as peculiaridades da política ambiental no Brasil; e a quinta seção apresenta as considerações finais.

Questões ambientais e de sustentabilidade e a ação estatal no mundo

As ações humanas geram modificações na paisagem e prejuízos aos sistemas naturais aos quais a nossa sociedade está indissociavelmente incorporada (Da Conservação, 2004). Esses problemas podem ser entendidos como *wicked problems* devido à sua natureza interconectada e multifacetada. Eles abrangem as esferas natural, social, cultural e econômica (Sánchez, 2008; Borinelli, 2011). Exemplos são a poluição, a fragmentação de *habitats*, a sobre-exploração de recursos, a desertificação, a superpopulação e as mudanças climáticas antrópicas (Borinelli, 2011).

As peculiaridades desses problemas geram desafios para a atuação estatal e para a oferta de políticas públicas. A natureza multidisciplinar das questões ambientais supera os limites do conhecimento disciplinar e dos órgãos especializados da administração pública. Ela requer ações públicas pautadas por forte coordenação intersetorial. A complexidade e a incerteza das questões ambientais exigem a criação de instituições públicas dotadas de alta capacidade técnica. A irreversibilidade dos efeitos de grande parte dos problemas ambientais demanda políticas públicas robustas. Além disso, esses problemas geram forte polarização e conflitos, especialmente por produzirem "ganhadores" e "perdedores" (veja, por exemplo, Pereira; Abers; Mertens, 2023). Tudo isso imprime uma característica conflituosa nas políticas ambientais, defendidas por alguns grupos e contestadas por outros (Hochstetler; Keck, 2009).

No caso do Brasil, a diversidade social, econômica e física do país se reflete nos seus problemas ambientais. Por um lado, o país enfrenta problemas típicos de países do Norte Global e urbanizados – como a poluição, questão crítica que faz parte do modelo econômico industrializante iniciado na década de 1930. Por outro, o Brasil precisa lidar também com problemas ambientais mais típicos de países agrários ou do Sul Global – como o desmatamento e as questões ligadas à expansão de fronteiras agrícolas e a mudanças do uso do solo (Hochstetler, 2019).

Apesar de os problemas ambientais terem se intensificado a partir da Revolução Industrial, iniciada em meados do século XVIII, foi apenas na segunda metade do século XX que surgiu no cenário mundial uma preocupação institucional com os efeitos da degradação ambiental associada à expansão industrial (Pott; Estrella,

2017). Isso levou à criação do Clube de Roma, em 1968; à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972; e à elaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), em 1977 (Pott; Estrella, 2017). Foi também na segunda metade do século XX que surgiram as primeiras instituições políticas ambientais no mundo. Nos Estados Unidos, foi aprovada, em 1970, a lei de política ambiental, a *National Environmental Policy Act*, conhecida como Nepa. Na Europa, surgiram diversas regulamentações ambientais, com ações precursoras da França (Sánchez, 2008). Seguindo a tendência, outros países adotaram medidas de regulamentação e controle ambiental, tais como Nova Zelândia, Austrália, Japão, Colômbia e Brasil.

Resumidamente, a reação dos Estados diante da evidência dos problemas ambientais se manifestou na criação de agências ambientais na administração pública; na elaboração de normas; no estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; e na criação de carreiras estatais especializadas na gestão ambiental. A próxima seção aborda esses desdobramentos no caso do Brasil.

Políticas públicas e sustentabilidade no Brasil

As instituições ambientais brasileiras se situam entre as mais antigas e fortes no cenário latino-americano (Franchini *et al.*, 2017; Hochstetler, 2002; Hochstetler, 2017; Hochstetler; Keck, 2007; Hochstetler; Viola, 2012). Enquanto grande parte dos países da América Latina desenvolveu as suas instituições ambientais após a terceira onda de democratização, na década de 1980, como consequência de forte pressão dos bancos multilaterais de desenvolvimento, no Brasil o processo começou nos anos 1930 (Hochstetler; Viola, 2012). Foi então que surgiram as primeiras normativas relacionadas à gestão dos recursos naturais – como o Código de Águas e o Código Florestal. Entretanto elas focavam apenas a gestão de recursos de valor econômico (Moura, 2016). Entre 1965 e 1970, outras leis ambientais regulamentaram a gestão de florestas, da caça e da mineração. Em 1971 foi instituída a Política Nacional de Saneamento (Hochstetler; Keck, 2007). Durante o governo militar como um todo (1964 a 1985), o poder central editou 19 leis e 20 decretos sobre o meio ambiente, incluindo a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), com base na Lei nº 6.838, de 1981 (Hochstetler; Keck, 2007).

Entretanto a consolidação da administração pública ambiental não acompanhou o mesmo ritmo da aprovação dessas normativas. Assim, entre 1930 e 1960 não existia uma instituição que gerenciasse o conjunto das normas e das agências ambientais. Órgãos ligados à agenda econômica desenvolvimentista assumiam as competências ambientais. Foi o caso, por exemplo, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), criado em 1967, vinculado ao Ministério da Agricultura, e do Ministério de Minas e Energia, a quem cabia a gestão de águas (Moura, 2016).

Apenas em 1973 emergiu no nível federal a primeira instituição dedicada exclusivamente à temática ambiental: a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), vinculada ao Ministério do Interior. A sua criação ocorreu como uma resposta à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo), em 1972, cuja declaração defendeu a equidade social, a preservação dos recursos naturais e o equilíbrio entre benefícios sociais, econômicos e ambientais. A Sema se dedicou a conservar o meio ambiente, racionalizar o uso dos recursos naturais e definir normas e padrões nacionais de qualidade ambiental (Hochstetler; Keck, 2007). Alguns estados seguiram o governo federal e criaram, ainda na década de 1970, órgãos estaduais de meio ambiente – como a Cetesb, em São Paulo, e a Feema, no Rio de Janeiro (Moura, 2016).

Ainda durante o governo militar, em 1981, foi aprovada a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – pela Lei 6.938/1981, mencionada acima, ainda vigente. A PNMA criou os pilares da política ambiental brasileira, propondo uma gestão descentralizada e participativa, além de definir instrumentos fundamentais, como o licenciamento ambiental (Hochstetler; Keck, 2007). A sua criação ensejou a formação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) – órgão colegiado de caráter deliberativo e consultivo do Sisnama, com competência para definir critérios e padrões ambientais e para promover os objetivos da PNMA (Moura, 2016). A primeira reunião do Conselho ocorreu apenas em 1984 e, durante os governos militares, as organizações ambientais da sociedade civil que tinham representantes no Conselho eram escolhidas pelo governo federal (Hochstetler; Keck, 2007).

O período 1930-1980, de criação e consolidação das primeiras instituições ambientais – normas e órgãos –, foi politicamente conturbado e economicamente desafiador. Em termos políticos, grande parte do período foi marcado por uma ditadura civil e por uma ditadura militar, pela centralização e pelo autoritarismo. No que se refere à economia, as várias décadas corresponderam à era desenvolvimentista, caracterizada pelo esforço de impulsionar o crescimento econômico acelerado a partir da atuação do Estado, com forte ênfase no investimento em grandes obras de infraestrutura e na incorporação da Amazônia ao sistema produtivo nacional (Khagram, 2004; Serra; Fernández, 2004).

Esse cenário influenciou a criação das instituições ambientais, que enfrentaram limites para a sua atuação. Não puderam desafiar as prioridades do governo militar relacionadas à segurança e ao desenvolvimento econômico. Especialmente durante a ditadura militar, vários órgãos se opunham às políticas ambientais. Os gestores de órgãos ligados à economia acreditavam que as políticas ambientais criavam obstáculos para as metas desenvolvimentistas. De outro lado, o Itamaraty identificava o ambientalismo como um instrumento de dominação imperialista (Hochstetler; Keck, 2007).

Já na fase de redemocratização, a Constituição de 1988 incluiu um marco importante para a política ambiental brasileira. O seu Artigo 225 declarou que o "meio ambiente ecologicamente equilibrado" é um "direito do cidadão" e enumerou "várias atividades a serem desenvolvidas pelo poder público para garanti-lo" (Moura, 2016, p. 16). Além disso, a Constituição, ao buscar conciliar o direito ambiental com as atividades produtivas e ao assumir uma abordagem intergeracional e protetora do direito ao desenvolvimento ecologicamente sensível, aproximou-se do conceito de desenvolvimento sustentável. A Constituição impulsionou um forte movimento na direção da descentralização da política ambiental. Isso levou à estruturação dos aparatos públicos ambientais em estados e municípios, com a criação de secretarias e conselhos. No âmbito da União, a nova carta magna abriu o caminho para a criação em 1989 do Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA), para auxiliar a implementação da PNMA.

A redemocratização iniciada em 1985 abriu caminho para novos órgãos ambientais, junto com uma carreira específica de gestão ambiental no serviço público federal. A pasta ambiental alcançou o status de ministério, com a criação do Ministério de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (Moura, 2016). Entretanto até 1999 esse ministério foi frequentemente remodelado, o que inibiu a sua institucionalização. Com efeito, o setor ambiental federal esteve associado a diferentes áreas da administração pública, como desenvolvimento urbano, água e política urbana. Isso expressou as incertezas dos diferentes governos sobre o papel da administração pública ambiental e sobre a própria definição das questões ambientais (Hochstetler, 2019). De acordo com Hochstetler e Keck (2007), essas remodelações ocorreram em média a cada dois anos, o que limitou o sentido de missão e direção das instituições ambientais.

Em 1989, em parte como consequência de pressões internacionais geradas pelos altos índices de desmatamento da Amazônia, o governo federal criou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Ele nasceu a partir da unificação dos órgãos que tratavam setorialmente da questão ambiental – a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), a Superintendência da Borracha (Sudhevea), o IBDF (desenvolvimento florestal) e a Sema. Inicialmente o Ibama se reportava diretamente à presidência da República, o que lhe conferia maior autonomia dentro da estrutura da administração pública. O instituto nasceu com 6.000 servidores, o que representou um avanço em relação à estrutura inicial da Sema, que carecia de servidores públicos.

Nos primeiros anos da redemocratização, cresceu o número de servidores públicos federais atuantes na área ambiental (Hochstetler; Keck, 2007). Entretanto o orçamento da área continuou restrito (Hochstetler, 2017). Nos anos seguintes, o número de gestores ambientais no nível federal estagnou. Entre 1995 e 2000, não foram criados postos no setor ambiental. Parte significativa dos projetos da área eram gerenciados por consultores contratados temporariamente (Abers; Oliveira, 2015). Moura (2016) confirma essa constatação da existência de poucos gestores na área ambiental ao descrever que, em 1992, o Ministério do Meio Ambiente sofria com poucos recursos financeiros, a maior parte proveniente de empréstimos via agências internacionais – como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento. Boa parte dos funcionários do ministério era cedida dos quadros de outros ministérios. Mesmo assim, houve conquistas importantes durante a década de 1990, como a criação do Programa Nacional de Meio Ambiente e a promulgação da Lei de Crimes Ambientais, colocando o Brasil como um dos primeiros países a estipular um direito penal ambiental (Moura, 2016; Pott; Estrella, 2017).

Segundo Moura (2016), foi nas décadas de 2000 e 2010 que a política ambiental brasileira teve os seus principais avanços. Outros órgãos de gestão ambiental foram criados, vinculados ao Ministério do Meio Ambiente: a Agência Nacional de Águas (ANA), em 2000, responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos; o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em 2007, responsável pela gestão das florestas públicas; o Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em 2007, responsável por gerir o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Moura, 2016). Em termos normativos, a Lei nº 9.985/2000 criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – Snuc.

Em 2002, a Lei Federal nº 10.410/2002 criou a carreira de "especialista em meio ambiente". A carreira compreende "gestores ambientais", com competência para formular políticas nacionais para o meio ambiente; eles ocuparam 300 cargos efetivos alocados no Ministério do Meio Ambiente. Outro cargo criado foi o de "analistas ambientais", ocupando 2.000 cargos efetivos distribuídos pelo Ibama e ICMBio. Outros cargos são os de "gestores administrativos", lotados no MMA, "analistas administrativos", "técnicos ambientais", "técnicos administrativos" e "auxiliares administrativos" – lotados no ICMBio e no Ibama. Atualmente, o arcabouço institucional da política ambiental brasileira é formado pelos órgãos e competências mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Arcabouço Institucional da Política Ambiental Brasileira

Órgão	Competência
Conselho de Governo Lei nº 6.938/1981 (PNMA)	Órgão superior do Sisnama, assessora o presidente da República na formulação da política ambiental nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais (Lei nº 9.649/1998).
Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) Lei nº 6.938/1981 (PNMA)	Órgão colegiado de caráter deliberativo e consultivo do Sisnama. É composto por 114 membros (6 do MMA; 34 dos demais ministérios; 3 das Forças Armadas; 27 dos estados e DF; 8 de municípios e entidades municipalistas; 22 da sociedade civil; 1 membro honorário indicado pelo plenário) (Decreto nº 11.417/2023). Assessora, estuda e propõe ao Conselho de Governo e demais órgãos ambientais diretrizes e políticas governamentais para o meio ambiente; delibera sobre normas e padrões para um meio ambiente ecologicamente equilibrado; estabelece critérios e padrões ambientais, articula as políticas ambientais e promove os objetivos da PNMA (Decreto nº 3.942/2001).
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) Lei nº 8.490/1992, que transformou a Semam/PR em MMA; e alterado pela MP nº 1.161/2023.	Planeja, coordena, supervisiona e controla as ações relativas ao meio ambiente, bem como formula e executa a Política Nacional do Meio Ambiente, tendo em vista a preservação, a conservação e o uso racional dos recursos naturais renováveis (Lei nº 8.746/1993). Tem o objetivo atual de cumprir a meta de zerar o desmatamento da Amazônia até 2030. Suas áreas de competência são (Medida Provisória nº 1.161/2023): i. Política Nacional do Meio Ambiente; ii. Política Nacional dos Recursos Hídricos; iii. Política Nacional sobre Mudança do Clima; iv. Política de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, biodiversidade e florestas; v. Gestão de florestas públicas para a produção sustentável; vi. Gestão do Cadastro Ambiental Rural CAR em âmbito federal; vii. Estratégias, mecanismos e instrumentos regulatórios e econômicos para melhorar a qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais; viii. Políticas para a integração da proteção ambiental com a produção econômica; ix. Políticas para a integração entre a política ambiental e a política energética; x. Políticas de proteção e de recuperação da vegetação nativa; xi. Políticas e programas ambientais para a Amazônia e os demais biomas brasileiros; xii. Zoneamento ecológico-econômico e outros instrumentos de ordenamento territorial, incluído o planejamento espacial marinho, em articulação com outros ministérios competentes; xiii. Qualidade ambiental dos assentamentos humanos, em articulação com o Ministério das Cidades; xiv. Política Nacional de Educação Ambiental, em articulação com o Ministério da Educação; xv. Gestão compartilhada dos recursos pesqueiros, em articulação com o Ministério da Pesca e Aquicultura.

Órgão	Competência
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) Lei nº 7.735/1989	Fundiu antigas agências ambientais. Tem atribuições de monitoramento e fiscalização ambiental, aplicação de penalidades, apoio a emergências ambientais, estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, licenciamento ambiental, zoneamento e avaliações de impactos e disseminação de informações sobre o meio ambiente.
Serviço Florestal Brasileiro (SFB) Lei nº 11.284/2006	Responsável pela gestão de florestas públicas, garantindo seu uso econômico sustentável. Entre 2019 e 2022 ficou atrelado ao Ministério da Agricultura por meio da MP 870/2019. Em 2023 retornou ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio) Lei nº 11.516/2007	Tem a função de gerir o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc). Gere as unidades de conservação federais, fomenta pesquisas e protege a biodiversidade.
Agência Nacional de Águas (ANA) Lei nº 9.984/2000	Implementa a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97). Faz a gestão dos recursos hídricos, monitora rios e bacias e concede outorgas. Apesar de inicialmente ser vinculada ao MMA, entre 2019 e 2022, a ANA foi vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional pela MP 870/2019. No início de 2023, a MP 1.161/23 voltou a vincular a instituição ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Fonte: Elaboração das Autoras, a partir de Moura (2016)

Peculiaridades da política ambiental brasileira: participação social e federalismo

Nesta subseção tratamos de duas características centrais da política ambiental brasileira: a participação social e a descentralização federativa (Hochstetler, 2019). Essas características ajudam a entender os avanços, os limites e os resultados das políticas ambientais brasileiras.

No caso da participação de atores da sociedade civil na gestão ambiental, a importância das organizações do terceiro setor para a gestão ambiental se deve ao pioneirismo dessas organizações da sociedade civil, pois elas atuavam em questões ambientais mesmo antes da criação dos primeiros órgãos estatais (Abers; Bulow, 2019). Assim, parte considerável da "inteligência ambiental" se encontrava em organizações que não pertenciam ao Estado (Losekann, 2012). Além disso, o *enforcement* da regulação ambiental requer a mobilização de uma ampla rede que envolva atores do Estado e da sociedade (Hochstetler, 2019).

Historicamente, essas parcerias e redes foram consolidadas a partir de diferentes estratégias: a criação de arenas participativas (Hochstetler; Keck, 2007; Jacobi, 2003); a gestão de financiamentos governamentais e a formulação de políticas

públicas por ONGs ambientais (Alonso et al., 2007); e o recrutamento de ativistas ambientais para ocupar cargos da burocracia ambiental de médio e alto escalão (Hochstetler, 2017; Hochstetler, 2019). Especialmente importante para a gestão compartilhada entre Estado e sociedade civil é o Conama, que tem força decisória e se beneficia da capacidade técnica das organizações ambientais (Losekann, 2012). A gestão Bolsonaro/Salles, por meio do Decreto nº 9.759, de 11 de abril de 2019, reduziu o número dos assentos no Conama, o que na prática inviabilizou o funcionamento de suas câmaras técnicas e extinguiu os comitês colegiados. Isso dificultou a participação institucionalizada da sociedade civil na área ambiental (Capelari et al., 2020).

Quanto à atuação dos entes federativos, é importante esclarecer que, no setor ambiental, a descentralização tem forte relevância, uma vez que os recursos e as questões ambientais frequentemente ultrapassam as fronteiras administrativas de um município ou estado (Neves, 2012). Especialmente no Brasil, a gestão descentralizada é essencial por causa da grande extensão territorial e da diversidade dos problemas ambientais nas diferentes regiões do país (Hochstetler, 2002). Assim, enquanto a Região Nordeste enfrenta problemas, como a desertificação e a seca, as regiões Sul e Sudeste lidam com enchentes em determinados períodos do ano. Enquanto os problemas ambientais da Região Sudeste são ligados à industrialização, no Centro-Oeste e no Norte os dilemas ambientais se ligam, em grande medida, à agropecuária, ao desmatamento e à expansão da fronteira agrícola.

Antes da Constituição de 1988, a União centralizava fortemente as competências da área ambiental. Depois disso a proteção ambiental foi enquadrada nas competências comuns e concorrentes entre União, estados e municípios (Hochstetler; Keck, 2007; Toni, 2006). Todos os entes da Federação têm autonomia para estabelecer políticas ambientais de acordo com a agenda governamental local, nos limites do seu território de jurisdição. O arranjo federativo da área de política ambiental acabou gerando alguns dilemas nos primeiros anos de sua implementação. O primeiro dilema se referia à necessidade de adesão dos entes subnacionais às políticas de âmbito nacional, uma vez que o sucesso do arranjo depende da cooperação e da implementação dos estados e municípios, a exemplo do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) (Moura, 2016; Neves, 2012). Entretanto, em estados federalistas, a adesão dos entes subnacionais a políticas nacionais não é obrigatória, já que eles têm autonomia política e fiscal (Arretche, 1999).

O segundo dilema envolvia conflitos e sobreposição de competências, resultantes da falta de definição de responsabilidades em circunstâncias específicas (Leme, 2016). Isso resultava, por exemplo, na aplicação cumulativa de multas ambientais a um mesmo empreendimento, pela mesma infração (Moura, 2016). Ao disciplinar o artigo 23 da CF/1988, referente às competências administrativas da área ambiental, a Lei Complementar nº 140 de 2011 lidou em parte com esse dilema. Além de estabelecer normas de cooperação entre os entes federativos, a lei detalha as competências de cada ente da Federação em situações específicas – como licenciamento ambiental, educação ambiental, zoneamento ambiental, fiscalização e gestão de espaços protegidos, entre outros temas (Brasil, 2011).

O terceiro dilema se referia às capacidades institucionais e administrativas dos entes subnacionais de assumir as competências estabelecidas pela legislação (Araújo, 2013; Azevedo et al., 2007). As assimetrias dessas capacidades administrativas são especialmente relevantes por levarem à produção desigual de resultados da política ambiental (Kirchhoff, 2006). Não é incomum que os governos municipais renunciem à sua autonomia de gestão por causa da sua debilidade financeira, técnica e institucional (Leme, 2016). Como resultado, enquanto as questões relacionadas à poluição industrial têm sido atacadas de forma bem-sucedida por ocorrerem nas regiões

com maiores capacidades, problemas que ocorrem em regiões mais ruralizadas, por causa de suas capacidades estatais mais baixas, têm incorrido em soluções pouco eficazes (Hochstetler, 2002). Além disso, a baixa capacidade dos entes subnacionais provoca na prática a centralização da gestão ambiental em órgãos da administração pública federal – como o Ibama e o MMA (Moura, 2016).

Estudo de Leme (2016) sobre as capacidades dos municípios brasileiros na área ambiental constatou que, entre 2002 e 2009, houve um crescimento expressivo de estruturas administrativas de gestão ambiental no nível local. Entretanto a maioria dos municípios gere o ambiente a partir de uma secretaria que lida também com outras políticas públicas (como agricultura, turismo, saúde e planejamento). O número de servidores na gestão ambiental pública municipal cresceu em 30% nesse período. Todavia, o crescimento percentual de pessoas com vínculo empregatício (celetista ou estatutário) foi de apenas 7%. De forma geral, a pesquisa confirma as assimetrias de capacidades, tanto entre os municípios brasileiros como em relação ao tipo de atribuição. De um lado, os estados do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul concentram o maior número de municípios com estrutura consolidada para a gestão ambiental. No outro extremo estão Sergipe, Piauí e Paraíba, em que parte significativa dos municípios não conta com qualquer tipo de estrutura de gestão ambiental. Quanto ao tipo de atribuição, as competências municipais relacionadas à educação ambiental, à elaboração de planos diretores e à definição de áreas especialmente protegidas foram assumidas por parte significativa dos municípios. Por outro lado, as competências referentes à fiscalização e ao licenciamento ambiental ainda são raras nas gestões municipais.

Considerações finais

Este capítulo foi organizado a partir de três perguntas centrais. A primeira foi: "O que são questões ambientais e como elas foram geridas pelo Estado no contexto global?". O texto destacou que essas questões são *wicked problems*, exigindo fortes capacidades estatais para a sua gestão. No cenário internacional, é apenas a partir de meados do século XX que surgem as primeiras iniciativas estatais, como a criação de órgãos e de normas.

A segunda pergunta foi: "Como o arcabouço institucional da política ambiental e de sustentabilidade brasileira se consolidou e quais são as suas características atuais?" O texto sustentou que o Brasil foi um dos pioneiros, na América Latina, na elaboração de normas de regulação ambiental. O país conta hoje com uma carreira federal especializada em meio ambiente, além de órgãos com competências bem delimitadas[3]. Apesar desses avanços, os últimos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas[4] apontam para um cenário preocupante no Brasil, indicando recordes de emissões de carbono entre 2010 e 2019, insuficiência dos planos e metas para limitação do aquecimento global em 1,5ºC e a ocorrência cada vez mais frequente de eventos climáticos extremos (IPCC, 2022). Ao mesmo tempo, desde 2012 as taxas de desmatamento da Amazônia retomaram uma trajetória crescente, ten-

3 Apesar disso, estudos recentes têm apontado, em especial em referência ao governo de Jair Bolsonaro (2019 – 2022), o desmantelamento das políticas públicas ambientais. Esse processo de desmonte representa "total ruptura do sistema legal protetivo dos biomas nacionais" (Avila; Tierno, 2020, p. 151) por meio da substituição da burocracia especializada por militares, da extinção de comitês e órgãos participativos (como o Comitê Orientador do Fundo Amazônia), e do corte orçamentário substancial do Ministério do Meio Ambiente (Araújo, 2020; Capobianco, 2021).

4 O relatório do IPCC de 2022 é pessimista para o mundo como um todo, principalmente no que diz respeito ao consumo de combustíveis fósseis e ao aumento das temperaturas planetárias. No Brasil, as perspectivas não são diferentes do cenário mundial. Os principais impactos previstos são a ocorrência de ilhas de calor, enchentes, crises hídricas e energéticas, crescimento da emissão de poluentes e perda de biodiversidade (IPCC, 2022; Schumer et al., 2022).

dência intensificada a partir de 2019 e com recorde em 2021, quando foram perdidos 12.400 km² de floresta. Isso indica que as políticas públicas ambientais, no mundo e no Brasil, não têm sido completamente bem-sucedidas. Para entender essas limitações, é preciso investigar várias dimensões: o desmantelamento de políticas ambientais; a permeabilidade estatal a interesses de setores econômicos usuários de recursos naturais; a priorização de agendas desenvolvimentistas; e o papel do Estado como um ator que não apenas soluciona questões ambientais, mas também lidera políticas públicas com fortes impactos ambientais.

A terceira pergunta de pesquisa foi: "Quais são as peculiaridades da política ambiental e de sustentabilidade brasileira?". O texto apontou a descentralização federativa e a gestão participativa como as duas características centrais da política ambiental brasileira.

REFERÊNCIAS

» ABERS, R. N.; BULOW, M. v. Social movements and the State. In: AMES, B. (Ed.). Routledge Handbook of Brazilian Politics. New York: Taylor & Francis, 2019. p. 105-118.

» ABERS, R. N.; OLIVEIRA, M. S. d. Nomeações políticas no Ministério do Meio Ambiente (2003-2013): interconexões entre ONGs, partidos e governos. Opinião Pública, v. 21, n. 2, p. 336-364, 2015.

» ALONSO, A.; TATAGIBA, L.; BONATTO, A. Identidade e estratégia na formação do movimento ambientalista brasileiro. Novos Estudos Cebrap, n. 79, p. 151-167, 2007.

» ARAÚJO, S. M. V. G. Environmental Policy in the Bolsonaro Government: the response of environmentalists in the legislative arena. Brazilian Political Science Review, v. 14, n. 2, p. 1-20, 2020.

» ARAÚJO, S. M. V. G. Os fundamentos legais da política nacional do meio ambiente. In: ARAÚJO, S. M. V. G. Legislação brasileira sobre meio ambiente: fundamentos. [s.l.]: [s.n.], 2013.

» ARRETCHE, M. T. Políticas sociais no Brasil: descentralização em um Estado federativo. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 14, n. 40, p. 111-141, 1999.

» AZEVEDO, A. A.; PASQUIS, R.; BURSZTYN, M. A reforma do Estado, a emergência da descentralização e as políticas ambientais. 2007.

» BORINELLI, B. Problemas Ambientais e os Limites da Política Ambiental. Serviço Social em Revista, Londrina, v. 13, n. 2, p. 63-84, jan./jun. 2011.

» BORINELLI, B. Problemas ambientais e os limites da política ambiental. Serviço Social em Revista, Londrina, v. 13, n. 2, p. 63-84, 2011.

» BRASIL. Lei nº 10.410, de 11 de janeiro de 2002. Cria e disciplina a carreira de Especialista em Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10410.htm#:~:text=LEI%20No%2010.410%2C%20DE%2011%20DE%20JANEIRO%20DE%202002.&text=Cria%20e%20disciplina%20a%20carreira%20de%20Especialista%20em%20Meio%20Ambiente. Acesso em: fev. 2023.

» BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para o exercício da competência comum em matéria ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: fev. 2023.

» CAPELARI, M. G. M. et al. Large-scale environmental policy change: analysis of the Brazilian reality. Revista de Administração Pública, v. 54, n. 6, p. 1691–1710, nov. 2020.

» CAPOBIANCO, J. P. R. Amazônia, uma década de esperança: como o Brasil controlou o desmatamento entre 2004 e 2014 e está pondo tudo a perder. São Paulo: Editora Estação Liberdade, 2021.

» DA CONSERVAÇÃO, Ensino. Princípios da biologia da conservação: diretrizes para o ensino da conservação recomendadas pelo comitê de educação da sociedade para a biologia da conservação. Conservation Biology, v. 18, n. 5, p. 1, 2004.

» FORCHTNER, B. Climate change and the far right. WIREs Climate Change, v. 10, e604, 2019.

» FRANCHINI, M.; VIOLA, E.; BARROS-PLATIAU, A. F. The challenges of the Anthropocene: from international environmental politics to global governance. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. XX, n. 3, p. 177-202, 2017.

» HOCHSTETLER, K. Brazil: Capacity Building in National Environmental Policy. In: JÄNICKE, M.; JÖRGENS, H.; WEIDNER, H. (ed.). Capacity Building in National Environmental Policy. Berlin-Heidelberg: Springer, 2002. p. 69-96.

» HOCHSTETLER, K. Tracking presidents and policies: environmental politics from Lula to Dilma. Policy Studies, v. 38, n. 3, p. 262-276, 2017.

» HOCHSTETLER, K. Environmental Politics and Policy. In: AMES, B. (ed.). Routledge Handbook of Brazilian Politics. New York: Taylor & Francis, 2019. p. 391-405.

» HOCHSTETLER, K.; KECK, M. Greening Brazil: environmental activism in state and society. Durham: Duke University Press, 2007.

» HOCHSTETLER, K.; VIOLA, E. Brazil and the politics of climate change: beyond the global commons. Environmental Politics, v. 21, n. 5, p. 753-771, 2012.

» HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. Política Pública: seus ciclos e subsistemas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

» IPCC. Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D. C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E. S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009325844.

» JACOBI, P. R. Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. Sociedade e Estado, v. 18, n. 1-2, p. 315-338, 2003.

» KHAGRAM, S. Dams and development: transnational struggles for water and power. In Dams and Development. Cornell University Press. 2018.

» KIRCHHOFF, D. Capacity building for EIA in Brazil: preliminary considerations and problems to be overcome. Journal of Environmental Assessment Policy and Management, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2006.

» KNOEPFEL, P.; LARRUE, C.; VARONE, F.; HILL, M. Policy actors. In: KNOEPFEL, P.; LARRUE, C.; VARONE, F.; HILL, M. (ed.). Political Agenda Setting. Bristol: Policy Press, 2007.

» LEME, T. M. Governança Ambiental no Nível Municipal. In: MOURA, A. M. M. (Org.). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2016. cap. 6.

» LOSEKANN, C. Participação da sociedade civil na política ambiental do Governo Lula. Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 1, p. 179-200, 2012.

» MOURA, A. M. M. de. Trajetória da Política Ambiental Federal no Brasil. In: MOURA, A. M. M. (Org.). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2016. cap. 1.

» NEVES, E. M. S. C. Política ambiental, municípios e cooperação intergovernamental no Brasil. Estudos Avançados, v. 26, p. 137-150, 2012.

» PEREIRA, A. K.; ABERS, R.; MERTENS, F. A Construção de Capacidades Estatais em Políticas de Infraestrutura: demandas socioambientais e heterogeneidades estatais. Dados, v. 66, n. 3, 2023.

» POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Estudos Avançados, v. 31, p. 271-283, 2017.

» SACHS, I. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986.

» SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. [s.l.]: Oficina de Textos, 2008.

» SCHUMER, C. et al. Seis conclusões do relatório do IPCC de 2022 sobre mitigação das mudanças climáticas. WRI Brasil, São Paulo, 4 abr. 2022. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/noticias/6-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-de-2022-sobre-mitigacao-das-mudancas-climaticas. Acesso em: fev. 2023.

» SERRA, M. A.; FERNÁNDEZ, R. G. Perspectivas de desenvolvimento da Amazônia: motivos para o otimismo e para o pessimismo. Economia e Sociedade, v. 13, n. 2, p. 107-131, 2004.

» TONI, F. Gestão florestal na Amazônia brasileira: avanços e obstáculos em um sistema federalista. CIFOR, 2006.

» TORRES, S.; BUSTAMANTE, M. I. Elementos para una política ambiental eficaz. 1990.VEIGA, J. E. da. Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor. São Paulo: Senac São Paulo, 2015.

SEÇÃO

03

TÓPICOS CONTEMPORÂNEOS



10. BIODIVERSIDADE E ÁREAS PROTEGIDAS

José Luiz de Andrade Franco[1]

Resumo

Este capítulo trata de como a especulação científica, a apreciação estética e as preocupações de caráter ético se fundem com o intuito de defender a conservação da biodiversidade. Ele chama atenção para a importância de os debates e as práticas voltadas para a promoção do desenvolvimento sustentável incorporarem uma perspectiva ampla, mais ecocêntrica, em relação às demais espécies que compartilham o planeta Terra com a espécie humana. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como o conceito de biodiversidade evoluiu desde a sua criação e quais foram os eventos e publicações que contribuíram para a sua consolidação?; (ii) Quais são os principais desafios e estratégias abordados pela biologia da conservação na preservação da biodiversidade?; e (iii) Como a biodiversidade se relaciona com o conceito de desenvolvimento sustentável?

Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) se afirmou em 1987 com a publicação do livro *Our Common Future*, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Ele define o DS como "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades" (CMMAD, 1991, p. 46). As preocupações com a conservação da biodiversidade tiveram origem distinta: elas nasceram em meados dos anos 1980 a partir das crescentes evidências da destruição de *habitats* e da extinção de espécies causadas pelas atividades humanas. Embora a conservação da biodiversidade seja uma questão relevante para os que se preocupam com a promoção do DS, nem sempre o DS deu a ela a devida prioridade. A conservação ocupa um segundo plano no discurso do DS, pois ele focaliza mais questões instrumentais, relacionadas ao uso dos recursos naturais, e questões sociais e econômicas, relacionadas ao bem-estar dos seres humanos.

O segundo capítulo do *Our Common Future*, que define o conceito de DS, lembra que "a conservação da natureza não deve ser vista apenas como um dos objetivos do desenvolvimento. Ela é parte de nossa obrigação moral para com os demais seres vivos e as futuras gerações" (CMMAD, 1991, p. 61). Apesar disso, a tônica do texto é justamente estabelecer uma relação instrumental dos humanos com a natureza, ainda que essa relação seja racional, previdente e sustentável. O documento trata as espécies e os ecossistemas – a biodiversidade – basicamente como recursos naturais a serem explorados sabiamente pelos humanos. Resta compreender como isso evoluiu dentro do campo do DS desde 1987 até chegar aos seus instrumentos mais recentes, como a Agenda 2030 e os seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os discursos e as práticas relacionados ao conceito de DS têm focalizado muito mais as questões sociais e econômicas do que uma mudança de perspectiva ética no relacionamento dos humanos com a natureza. Para entender por que deve ocorrer essa mudança, é importante conhecer o que vem sendo denominado o sexto evento global de extinção em massa, em curso no planeta Terra, e refletir sobre as suas causas e consequências (Kolbert, 2015).

1 Departamento de História e Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

Portanto, cabe entender como especulação científica, apreciação estética e preocupações de caráter ético se fundem para defender a conservação da natureza e, mais especificamente, a preservação de espécies, dos ecossistemas e dos pools genéticos, ou seja, da biodiversidade. É crucial que os debates e as práticas voltados para a promoção do DS incorporem uma perspectiva mais ampla – mais ecocêntrica, e menos antropocêntrica – em relação às outras formas de vida.

A origem do conceito de biodiversidade

Embora a percepção da variedade de formas de vida seja tão antiga como a própria autoconsciência da espécie humana (Mayr, 1998), o conceito de biodiversidade é bem recente. Foi proposto pelo botânico estadunidense Walter G. Rosen (1930-2006), em 1985, quando planejava a realização de um fórum para discutir a diversidade das formas de vida e a sua conservação. O evento aconteceu em Washington, em 1986, com o nome de *National Forum on BioDiversity* (Fórum Nacional sobre BioDiversidade) (Meine; Soulé; Noss, 2006; Sarkar, 2002; Wilson, 1997). Compareceram cientistas dos mais variados campos do conhecimento, representantes de agências de assistência técnica e de financiamento e membros de organizações não governamentais. Com ampla cobertura da imprensa, o fórum discutiu a destruição de *habitats* e a acelerada extinção de espécies (Wilson, 1997).

O evento ocorreu em um momento em que ganhavam impulso o interesse pelo conhecimento da diversidade da vida e as preocupações com a sua conservação. Em 1987, a recém-fundada *Society for Conservation Biology* (SCB) publicou o primeiro número da revista *Conservation Biology*, que logo se tornou o principal veículo de divulgação científica e debate dessa nova área (Carroll, 2006; Groom; Meffe; Meine; Soulé; Noss, 2006; Lewis, 2007; Sarkar, 2002).

A extinção de espécies e a diversidade da vida

Norman Myers (1934-2019), ecólogo e ambientalista inglês, publicou, em 1979, o livro *The Sinking Ark: a new look at the problem of disappearing species*. O tema principal era familiar aos ecólogos: a extinção de espécies. Mas Myers inovou ao chamar atenção para a relação das extinções com a destruição de habitats, especialmente das florestas tropicais. Ele destacou o fato de que a taxa de extinção de espécies estava muito acima do que seria esperado no desenrolar do processo evolutivo. Estava ocorrendo, portanto, uma crise global de extinção de espécies, comparável com aquela que dizimou os dinossauros há 66 milhões de anos. A diferença é que, agora, os humanos são a causa da crise, e não uma catástrofe natural como a colisão da Terra com um asteroide gigantesco. Myers fez um alerta e uma convocação para que os cientistas partissem para a ação (Kolbert, 2015; Lewis, 2007; Myers, 1979; Quammen, 2008).

Durante os anos 1980, a questão da diversidade da vida foi importante objeto de pesquisa para os cientistas e motivo de preocupação para ativistas e cientistas. Ações para salvar espécies da extinção, sobretudo espécies carismáticas da fauna e da flora – grandes mamíferos, pássaros, árvores grandiosas ou plantas com belas flores – não eram novas. Faziam parte da tradição relacionada com a criação de parques nacionais e reservas, que, além da preservação da fauna e da flora selvagens, pretendiam proteger paisagens e formações geológicas de grande beleza. Para tanto, a noção de "patrimônio natural" era apropriada e suficientemente ampla. Expressões como diversidade natural ou diversidade da vida se tornaram comuns quando se tratava de aludir aos componentes vivos da natureza, ou seja, à diversidade de organismos ou espécies (Lewis, 2007; Mccormick, 1992; Nash, 2014).

Em 1998, Ernst Mayr (1904-2005), biólogo estadunidense, afirmou: "Dificilmente qualquer aspecto da vida é mais característico do que a sua quase ilimitada diversidade" (Mayr, 1998, p. 161). Para ele, a percepção da diversidade atua, ao longo da história, como a principal impulsionadora do pensamento biológico: "Com certeza, dificilmente existe um processo biológico, ou um fenômeno, em que a diversidade não esteja implicada" (Mayr, 1998, p. 161). A noção, a observação, a descrição e a contemplação da diversidade da vida, portanto, não são novidades. O seu "rastro" pode ser seguido desde os primórdios das ciências biológicas e do ativismo pela conservação da natureza (Meine; Soulé; Noss, 2006).

Biodiversidade é a forma contraída da expressão diversidade biológica. Apareceu pela primeira vez em uma publicação em 1988, justamente no livro que reuniu os *papers* apresentados no *National Forum on BioDiversity*, mencionado acima. Esse livro foi organizado pelo prestigiado biólogo Edward O. Wilson (1929-2021). A coletânea, com o título de *Biodiversity (Biodiversidade)*[2], reuniu textos escritos por 60 das maiores autoridades internacionais no assunto (Sarkar, 2002; Wilson, 1997). No prefácio, Wilson alerta para o fato de que:

> *A diversidade de formas de vida, em número tão grande que ainda temos que identificar a maioria delas, é a maior maravilha desse planeta. A biosfera é uma tapeçaria intrincada de formas de vida que se entrelaçam. [...] Este livro oferece uma visão geral dessa diversidade biológica e traz um aviso urgente de que estamos alterando e destruindo os ambientes que criaram a diversidade de formas de vida por mais de um bilhão de anos (Wilson, 1997, Prefácio do Editor).*

O fórum e a coletânea foram um ponto de convergência para a reflexão sobre o conhecimento acumulado durante anos de pesquisas sobre a diversidade biológica e para práticas voltadas para a sua conservação. O conceito de biodiversidade e o consenso entre cientistas e ativistas sobre a urgência de evitar a destruição da biodiversidade pelos excessos da espécie humana deslocaram a maneira de enfocar a conservação da natureza. Houve uma transição da preocupação com a preservação de espaços de natureza "selvagem" com as suas paisagens "sublimes" e com a sua fauna e a sua flora carismáticas para a noção de conservação da biodiversidade (Lewis, 2007; Nash, 2014).

Sarkar (2002) chama atenção para o surgimento quase simultâneo de quatro revistas científicas contendo a palavra biodiversidade em seus títulos: *Canadian Biodiversity, em 1991; Tropical Biodiversity, em 1992; e Biodiversity Letters e Global Biodiversity*, em 1993. Ainda assim, nesses anos, a noção de biodiversidade ou diversidade biológica ainda era vaga e a sua medição no "mundo real" era tarefa difícil.

2 *Biodiversity*, organizado por Edward O. Wilson, foi publicado em 1988 pela *National Academy Press*, de Washington. Nesse texto, uso a tradução publicada pela editora Nova Fronteira, em 1997.

A biologia da conservação – o principal campo de estudo da biodiversidade

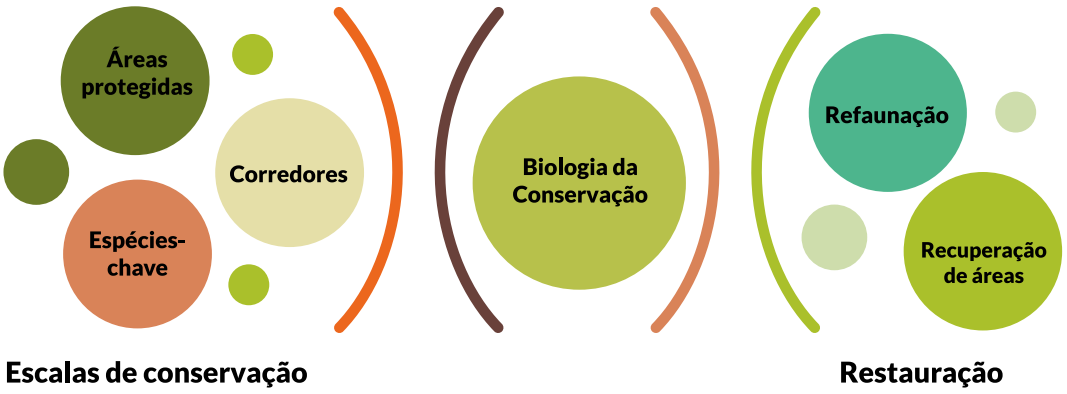
A convergência entre o uso do conceito de biodiversidade e a afirmação da biologia da conservação (BC) como nova disciplina científica conduziu a uma nova configuração dos estudos relacionados com a interação, a adaptação, o surgimento e o desaparecimento de espécies. Aproximou, também, as especulações científicas e os próprios cientistas das preocupações cotidianas de gestores de áreas protegidas e de ativistas da conservação da natureza. A BC se tornou a principal arena para a reflexão e o debate teórico sobre as questões relacionadas com a conservação, e a proteção da biodiversidade é o seu principal foco (Groom; Meffe; Carroll, 2006; Lewis, 2007; Quammen, 2008).

O principal manual de estudos estadunidense sobre a BC (Groom; Meffe; Carroll, 2006) apresenta esse campo do conhecimento como uma resposta da comunidade científica aos impactos dos humanos sobre a biodiversidade. A preocupação com a erosão da biodiversidade, o conhecimento de suas causas e as ações que podem estancá-la são os pontos centrais da BC. As principais causas da perda de biodiversidade são a destruição de *habitats*, as espécies invasoras, a poluição e a exploração excessiva (por caça, pesca e coleta). A destruição de *habitats* é, atualmente, a causa principal.

As pesquisas e publicações da BC se multiplicaram. Taxonomistas, ecólogos, biólogos evolucionistas, biogeógrafos, biólogos comportamentais, biólogos populacionais e geneticistas investiram nas questões relacionadas com a BC, o que fez com que começassem a surgir programas de pesquisa e treinamento específicos. As filiações à SCB e o número de participantes dos seus encontros anuais mais do que triplicaram entre 1987 e 1991.

Os principais temas abordados pela BC são: (i) as escalas da conservação da biodiversidade e a necessidade de um planejamento abrangente, baseado em áreas protegidas *(core)*, corredores de *habitat (corridors)* e espécies-chave *(carnivores)*; e ii) as estratégias de restauração ecológica, incluindo a refaunação *(rewilding)*, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Áreas de atuação da biologia da conservação



Fonte: Elaboração do Autor

A BC se tornou o grande fórum de debates sobre as questões relacionadas à destruição de *habitats* e à extinção de espécies. Além de produzir conhecimentos, os praticantes da disciplina pretendem atuar no "mundo real". Por isso, a BC acaba entrando nos campos da ética, da filosofia, da economia e das ciências sociais. Ela amplia o âmbito das preocupações com a conservação, atribuindo "cidadania" a ecossistemas e espécies pouco carismáticos. Ela é sensível às diferenças culturais e às necessidades dos mais variados grupos sociais (Groom; Meffe; Carroll, 2006; Meine; Soulé; Noss, 2006; Quammen, 2008). É nesse sentido mais amplo e mais pragmático que a prática da BC se aproxima das agendas do DS.

A urgência de evitar a destruição da biodiversidade fez com que muitos biólogos se tornassem biólogos da conservação. As transformações se acumularam e se sobrepuseram, mas persiste uma tênue linha de continuidade. A BC se insere em uma tradição de valorização do caráter transcendente do patrimônio natural, ou seja, ela compartilha com os defensores da preservação da natureza selvagem e com a corrente da ecologia profunda a percepção de que a natureza tem um valor intrínseco, um valor per se, independente da sua eventual utilidade para os humanos (Devall; Sessions, 2007; Groom; Meffe; Carroll, 2006; Leopold, s.d.; Lewis, 2007; Nash, 2014).

Aldo Leopold (1887-1948) defendeu, em *A Sand County Almanac*, uma cidadania ampliada, na qual os humanos se percebessem como concidadãos e companheiros de viagem dos demais seres vivos na odisseia da evolução. Propunha que as pessoas desenvolvessem "um sentimento de parentesco com as demais criaturas, companheiras de viagem; um desejo de viver e deixar viver; um sentido de maravilhamento com a magnitude e a duração do empreendimento biótico" (Leopold, s.d., p. 109, tradução livre do autor). Era inconcebível, para ele, que uma relação ética pudesse "existir sem amor, respeito e admiração pela terra, e uma alta consideração pelo seu valor. Por valor, é claro, eu entendo alguma coisa muito mais ampla do que o mero valor econômico, eu entendo valor no sentido filosófico" (Leopold, s.d., p. 223, traduções livres do autor).

Nash (1989), em *The Rights of Nature*, entende essa perspectiva como uma ampliação do campo de consideração ética, no qual o restante dos seres vivos e os próprios ecossistemas são detentores de direitos de existência, como portadores de um valor intrínseco. No caso do conceito de DS e das considerações sobre a sustentabilidade, seria desejável um aprofundamento das reflexões de caráter ético, aprofundamento que transcendesse as preocupações usuais do DS com os dilemas da sociedade e da economia. Isso promoveria uma visão de mundo ecocêntrica, capaz de alterar, de fato, a relação dos humanos com a natureza, com toda a diversidade da vida no planeta Terra.

A biodiversidade e a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)

Em vista da preocupação crescente com a conservação da biodiversidade, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) lançou, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Consta no documento uma definição ampla e funcional de diversidade biológica ou biodiversidade, abrangendo três níveis: diversidade de espécies, diversidade genética e diversidade de ecossistemas. A CDB tem como objetivo definir as normas e os princípios que devem reger o uso e a proteção da diversidade biológica em cada país signatário. Todos os países-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) a assinaram, com exceção de Estados Unidos, Andorra e Sudão do Sul. Entrou em vigor em 1993 como o primeiro documento internacional a adotar como um dos seus princípios a associação entre a diversidade biológica e o conceito das soberanias nacionais. Ela adotou três pilares: (i) repartição justa e equitativa dos benefícios da biodiversidade; (ii) conservação da biodiversidade; e (iii) uso sustentável da biodiversidade.

No Brasil, a chamada Lei da Biodiversidade (Lei 13.123, de 20 de maio de 2015) regulamentou os artigos 8º, 10, 15 e 16 da CDB. Dispôs sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e a repartição de benefícios para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. Desde 1994 ocorrem conferências das partes (*COP – conference of the parties*) em que são discutidos e definidos protocolos, planos ou tratados específicos que regem a CDB. Entre eles se destacam:

- **O Protocolo de Cartagena.** *Trata de biossegurança. Está em vigor desde 2003. Tem o objetivo de garantir o manuseio, transporte e uso seguros de organismos vivos modificados que podem ter efeitos adversos sobre a diversidade biológica, levando em conta também os riscos para a saúde humana.*

- **O Protocolo de Nagoya.** *Em vigor desde 2014 e ratificado por 131 países, orienta a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos da biodiversidade. O Brasil o ratificou em 2021.*

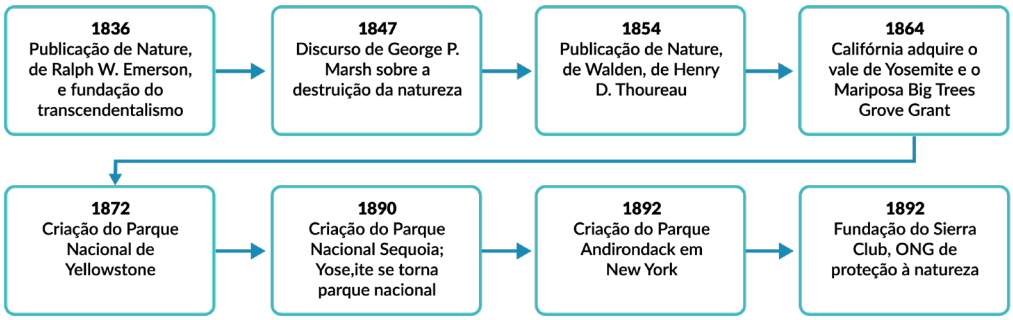
- **O Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020 (20 Metas de Aichi).** *Visa reduzir a perda da biodiversidade em âmbito mundial, tratando das suas causas fundamentais, por meio da conscientização do governo e da sociedade; da redução das pressões diretas; da promoção do uso sustentável; da proteção dos ecossistemas; da ampliação dos benefícios da biodiversidade e serviços ecossistêmicos para todos; e da gestão eficaz do conhecimento.*

O *Global Biodiversity Outlook* (GBO) é o principal relatório da CDB. A sua quinta edição foi publicada em 2020. Ela destacou a necessidade de reconhecer o valor intrínseco e de uso da biodiversidade. A COP 15, ocorrida em 2022, no Canadá, e presidida pela China, estabeleceu o "Quadro Global de Biodiversidade Kunming-Montreal", um novo marco que defende a proteção de pelo menos 30% das terras e águas do mundo até 2030. Além disso, ela previu uma reserva de US$ 200 bilhões para investir na proteção da biodiversidade e na restauração de 30% de áreas degradadas.

Biodiversidade e áreas protegidas

As áreas protegidas são a principal forma de conservação (*in situ*) da biodiversidade na natureza. Apesar disso, esse não foi o seu propósito inicial. A preocupação de criar áreas protegidas, como instrumento de política pública, data do século XIX, resultado de manifestações de escritores, cientistas e políticos, paralelamente ao surgimento da ciência da ecologia, em 1866. Essas manifestações ocorreram muito antes das discussões sobre extinções e sobre a importância da biodiversidade (Franco et al., 2016), conforme destacado na Figura 2.

Figura 2 – Marcos que influenciaram a criação, expansão e consolidação de áreas protegidas nos Estados Unidos da América, 1836-1892.



Fonte: Elaboração do Autor

O transcendentalismo romântico foi um movimento literário que se estendeu para a política e a filosofia. Teve contribuições dos escritores estadunidenses Ralph Waldo Emerson (1803-1882) e Henry David Thoreau (1817-1862). Esse movimento se somou a outras iniciativas individuais, como a do geógrafo e político estadunidense George Perkins Marsh (1801-1882), que levou a temática de preservação da natureza à arena política, inspirando ações para a proteção de áreas, e a fundação de organizações para a proteção da natureza, como o *Sierra Club*, de John Muir (1838-1914) (Franco *et al.*, 2016).

Uma das inspirações para a criação de áreas protegidas no Brasil veio do engenheiro brasileiro André Rebouças (1838-1898), após uma visita aos Estados Unidos da América. Apesar de várias iniciativas locais que culminaram na criação de reservas particulares e estaduais, o primeiro parque nacional brasileiro só foi criado em 1937 – o Parque Nacional do Itatiaia (Franco *et al.*, 2016). Nesse momento e nos anos seguintes, a política brasileira para as áreas protegidas ainda era descentralizada e errática. Apenas a partir de 1976 foi elaborado no Brasil um conjunto sistemático de princípios científicos, baseados na biogeografia e na BC, que orientaria a seleção de áreas para a criação de unidades de conservação. Esses princípios foram consolidados em 1979 no Plano do Sistema de Unidades de Conservação (Psuc) e deram origem ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc), instituído pela Lei 9.985/2000 (Barreto et al., 2020; Drummond, 2016).

Em 2023, o Brasil conta com 1.002 unidades de conservação federais. Seiscentas e sessenta e oito das quais são reservas particulares do patrimônio natural (RPPNs) e 334 estão distribuídas pelas categorias de parques, florestas nacionais, reservas extrativistas, estações ecológicas e outras. Existem outras 1.106 unidades estaduais e 423 municipais. O total geral é de 2.531 unidades de conservação. A maioria é de RPPNs (1.029), seguidas por áreas de proteção ambiental (390); parques municipais (193); estações ecológicas (100) e reservas extrativistas (96). A categoria menos numerosa é a de reservas de desenvolvimento sustentável (39) (https://cnuc.mma.gov.br/). As unidades federais, excluindo as RPPNs, protegem cerca de 170 milhões de hectares. Isso não é muito, considerando os 291 milhões de hectares de florestas que já foram plantadas no mundo por programas de recuperação e restauração florestal.

Considerações finais

As reflexões sobre extinções, biodiversidade, áreas protegidas e sustentabilidade se entrelaçam e se influenciam ao longo do tempo. Apesar das diferentes origens e trajetórias desses conceitos, a relação entre a humanidade e a natureza geralmente aparece como um desafio central. Contudo, como destacado acima, os discursos e as práticas relacionados ao DS focaram muito mais questões sociais e econômicas do que a mudança de perspectiva ética no relacionamento entre humanos e natureza.

Na Agenda 2030, os objetivos relacionados à proteção da biodiversidade ganharam maior destaque recentemente, o que pode ter acontecido por influência dessas discussões e dos instrumentos e políticas relacionados à CDB. Contudo, em que pesem os objetivos de conservação da biodiversidade na terra (ODS 15) e na água (ODS 14), a agenda da sustentabilidade ainda carece de uma ética mais ampla. Os valores fundamentais do DS dão continuidade ao seu caráter mais instrumental e utilitarista, distanciando-se da ética ecocêntrica que fundamenta a BC, como ciência que estuda e busca proteger a biodiversidade.

REFERÊNCIAS

» BARRETO, C. G.; FRANCO, J. L. A.; DRUMMOND, J. A. Cooperação Internacional e as Relações Brasil-EUA na conservação da natureza. In: SÁ, M. R.; SÁ, D. M.; SILVA, A. (Org.). As Ciências na História das Relações Brasil-EUA. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2020, v. 1, p. 407-431.

» COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

» DEVALL, B.; SESSIONS, G. Deep Ecology: living as if nature mattered. Salt Lake City: Peregrine Smith Books, 2007.

» DRUMMOND, J. A. From Randomness to Planning: the 1979 Plan for Brazilian National Parks. In: FIEGE, M.; ORSI, J.; HAWKINS, A. (Org.). National Parks beyond the Nation: global perspectives on 'America's Best Idea'. Norman, Oklahoma (EUA): University of Oklahoma Press, 2016, p. 210-234.

» FRANCO, J. L. A.; SCHITTINI, G. M.; BRAZ, V. S. História da Conservação da Natureza e das Áreas Protegidas: panorama geral. Historiæ, v. 6, n. 2, p. 233-270, 2015.

» GROOM, M. J.; MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. (ed.). Principles of Conservation Biology. Massachusetts: Sinauer Associates, 3. ed., 2006.

» KOLBERT, E. A Sexta Extinção: uma história não natural. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

» LEOPOLD, A. A Sand County Almanac: and sketches here and there. New York: Oxford University Press, [1949].

» LEWIS, M. Wilderness and Conservation Science. In: LEWIS, M. (ed.). American Wilderness: a new history. New York: Oxford University Press, 2007, p. 205-261.

» MAYR, E. O Desenvolvimento do Pensamento Biológico. Brasília: UnB, 1998.

» MCCORMICK, J. Rumo ao Paraíso: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

» MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. Principles of Conservation Biology. Massachusetts: Sinauer Associates, 1994.

» MEINE, C.; SOULÉ, M.; NOSS, R. F. A mission driven discipline: the growth of conservation biology. Conservation Biology, v. 20, p. 631–651, 2006.

» MYERS, N. The Sinking Ark: a new look at the problem of disappearing species. Oxford: Pergamon Press, 1979.

» NASH, R. F. The Rights of Nature: a history of environmental ethics. Wisconsin: Wisconsin University Press, 1989.

» NASH, R. F. Wilderness and the American Mind. Yale: Yale University Press, 2014.

» NOSS, R. F.; COOPERRIDER, A. Y. Saving Nature's Legacy: protecting and restoring biodiversity. Washington, D.C./Covelo, California: Island Press/Defenders of Wildlife, 2004.

» QUAMMEN, D. O Canto do Dodô: biogeografia de ilhas numa Era de Extinções. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

» SARKAR, S. Defining "Biodiversity", Assessing Biodiversity. The Monist, v. 85, n. 1, 2002, p. 131-155.

» WILSON, E. O. (Org.). Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

11. ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

Carlos Hiroo Saito [1]
Oscar de Moraes Cordeiro Netto [2]

Resumo

Este texto visa oferecer um panorama geral da importância da água para a sustentabilidade, percorrendo diversos temas, como o ciclo da água e o seu papel no processo civilizatório e como a água permitiu conectar tempos, lugares e sociedades na nossa história. Aborda-se, também, o mito de que a água é um recurso renovável e da origem dessa ideia, que é baseada em uma interpretação equivocada do conceito de ciclo da água. É mostrada a consequência dessa visão equivocada, culminando com o conceito de estresse hídrico, decorrente do crescimento da demanda por água. Discutem-se, também, caminhos para enfrentar o problema da escassez de água, articulando conceitos de gestão integrada de recursos hídricos, água como direito humano, segurança hídrica e sustentabilidade, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Serão tratados, ainda, alguns desafios-chave para o futuro, envolvendo temas, como regulação, pegada hídrica, mudanças climáticas, justiça ambiental, água e paisagem, e soluções baseadas na natureza. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como o conceito de ciclo da água contribuiu para formar uma visão de que a água seria um recurso natural renovável? (ii) O conceito de segurança hídrica é direcionado apenas para garantir o abastecimento de água potável à humanidade, ensejando recursos tecnológicos para captação, tratamento e distribuição, ou leva em conta também a necessidade de fazer a própria natureza produzir água a partir da proteção dos ecossistemas? (iii) A gestão da água deve ser conduzida setorialmente dentro do governo, a partir do conceito de gestão integrada de recursos hídricos?

Introdução

A água é essencial para a vida. Por ocorrer em diferentes lugares, a humanidade estabeleceu com ela fortes vínculos de dependência enquanto organizava as suas sociedades ao longo da história. Desde muito cedo na história dos humanos, estes se assentaram na proximidade de corpos de água. A água provia proteínas para a sua alimentação, na forma de pescados, seja em água doce ou água salgada. A água permitia também saciar a sede, seja a água recolhida da chuva, seja a água acumulada na terra, em nascentes, riachos, rios caudalosos, lagos, seja oriunda do degelo das neves e das geleiras.

A água permite também o crescimento dos vegetais, que fornecem frutos, grãos, folhas e raízes para a alimentação humana. Quando a água não chega às plantas naturalmente, pela chuva regular, os seres humanos aprenderam a levar a água dos corpos hídricos até as plantas que os alimentavam, para que elas recebessem o seu suprimento em intervalos regulares e nas quantidades necessárias. A água dessedentava os animais domesticados. A água servia como via para locomoção, comunicação e comércio entre povoados e civilizações. Ela auxiliou também na proteção e na defesa de populações.

1 Departamento de Ecologia e Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Departamento de Engenharia Civil e Ambiente, Universidade de Brasília

Com o tempo, a humanidade aprendeu a ler o comportamento das águas, a sazonalidade dos regimes de chuvas, as variações de volume e vazão dos rios e o uso da água oriunda do derretimento de geleiras. Os seres humanos passaram a entender, também, a sua característica cíclica: a água evapora, se integra à atmosfera como vapor e dela retorna na forma de chuva. A água da chuva escorre para os pontos mais baixos quando atinge a superfície do terreno para alcançar rios e lagos. Nos rios, a água segue o fluxo para as partes mais baixas; quando se junta a outros cursos de água, aumenta de volume. As suas margens costumam se ampliar, fazendo com que os rios fiquem mais largos.

Os seres humanos observaram também que parte da água da chuva se infiltra e se armazena em camadas abaixo do solo, formando colchões de água, chamados lençóis subterrâneos. Esses lençóis servem de depósitos de água, que podem ser alcançados por meio de poços ou acessados por meio de cavernas; às vezes eles retornam à superfície por conta própria, na forma de nascentes. Nos lugares frios, como, por exemplo, no alto das montanhas, a água congela e serve como uma reserva em tempo futuro naqueles lugares onde o aumento de temperatura causado pela mudança das estações do ano faz a água congelada voltar ao seu estado líquido – o fenômeno do degelo.

A história das civilizações está associada à compreensão desse ciclo e dos fluxos da água e ao desenvolvimento de meios para manejá-la. Nas seções seguintes, o texto trata de como esse entendimento embasou as ações humanas de manejo dos recursos naturais. Será visto como uma compreensão superficial, enviesada ou parcial da água, do seu ciclo e dos seus fluxos levou a erros que provocaram escassez, conflitos e exclusão do acesso a ela de uma parte da sociedade. Será possível vislumbrar, também, as possibilidades de remediação e de assumir atitudes que tornem as nossas ações mais sustentáveis.

Água é recurso renovável? Crise e estresse hídricos

A água é sempre mencionada como um recurso natural renovável. Será verdade? Pode-se considerar que é constante a quantidade total de água na Terra nos seus diferentes estados físicos, que se alternam em ciclos, ou seja, a ciclicidade da água dá a ilusão de se tratar de um recurso natural renovável: em virtude da evaporação, repõe-se a quantidade de vapor de água na atmosfera; e a precipitação permite repor a quantidade da água líquida nas terras e mares. A conjugação desses processos oferece uma ideia de que a água nunca acaba, e rios, lagos e mares sempre serão providos de água ao volume usual quando a chuva cair, mas as pessoas se esquecem de que é a mesma quantidade de água que circula na renovação dos estoques em compartimentos olhados de forma isolada (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2020).

Essa ideia equivocada contribui para mascarar a questão central: a água de boa qualidade, em quantidade suficiente e próxima aos usuários vem rareando em muitas regiões do planeta, o que relativiza a sua suposta propriedade de contínua renovação. A água pode até voltar, mas não no momento, no local e na condição originais. Além do mais, nem sempre a água está onde normalmente o povo está. O caso do Brasil é típico: cerca de 70% da água doce do Brasil se concentra na Região Norte, onde habitam menos de 9% da população do país, enquanto o Nordeste, que abriga mais de 27% da população, tem pouco mais de 3% da água doce renovável. Essa distribuição desigual da água em relação à distribuição dos usuários faz com que muitas regiões no Brasil sejam suscetíveis a ameaças de falta de água. Elas são sujeitas a estresse hídrico em função de demandas fortes por água associadas tanto à atividade econômica quanto à demografia.

Essa situação se torna mais complicada por causa do forte crescimento das demandas por água. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) estima que de 2020 a 2040 haverá um crescimento de 42% das retiradas de água de nossos mananciais, passando de 1.947 m³/s para 2.770 m³/s, o que corresponde a cerca de 30 mil piscinas olímpicas a mais por dia (ANA, 2022). Esse cenário de potencial escassez e de estresse hídrico, associado a um crescimento de demandas e a efeitos das mudanças climáticas, tem levado à ocorrência, em todo o mundo, de crises hídricas, inclusive com falta de água para abastecimento humano. Crises dessa natureza ocorreram, por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo, entre 2013 e 2015, e no Distrito Federal, em 2016-2017.

Como enfrentar os problemas?

Existem estimativas de que até 2030 o planeta deverá ter cerca de 2,2 bilhões de pessoas sem acesso seguro à água potável e em torno de 4,2 bilhões de pessoas sem acesso a esgotamento sanitário seguro (Pnua, 2021). Essa situação pode se agravar, considerando que 2,3 bilhões de pessoas vivem em países com escassez de água. A preocupação com a equidade no acesso à água e ao esgotamento sanitário foi destacada desde a Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente, realizada em Dublin, Irlanda, em janeiro de 1992. O evento apontou para a busca de soluções para a crescente pressão sobre os recursos hídricos por existir um grande contingente populacional sob estresse hídrico, demandando acesso à água. A pressão se agrava tanto pela competição pela água entre o abastecimento humano e as demandas produtivas como pelo fato de que a própria água de boa qualidade se torna progressivamente menos disponível, dada a crescente deterioração causada pela poluição de diferentes naturezas. A saída buscada depende de uma gestão melhor, pois o evento de Dublin reconheceu a existência de uma crise na governança de água, governança essa fragmentada e setorizada.

A gestão integrada de recursos hídricos (GIRH) surgiu como uma abordagem que poderia auxiliar a equilibrar as necessidades concorrentes de água da sociedade e da economia, ao mesmo tempo que poderia contribuir para gerir essas demandas sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais. A GIRH seria então conduzida por meio de uma política coordenada e de quadros regulamentares, criando um ambiente facilitador. Ela seria complementada por arranjos institucionais participativos, em que os diferentes atores convergiriam nos esforços de chegar a pactos e acordos, apoiados por instrumentos adequados de gestão e estruturas programáticas perenes de financiamento, de acordo com a plataforma GWP Toolbox (Cerezini, 2018; Zamignan, 2018).[3]

No caso brasileiro, já se dispõe de uma Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433/1997, e de uma agência executiva e reguladora, a ANA, entidade federal de implementação da PNRH. A ANA integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Se, no Brasil, houve avanços no ambiente facilitador e nos arranjos institucionais participativos (como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH), faltou avançar na implementação da GIRH, o que precisa ser alcançado também no restante do mundo. As maiores dificuldades são superar a fragmentação setorial, ir além da visão disciplinar e corporativa e evitar o planejamento isolado.

3 Departamento de Engenharia Civil e Ambiente, Universidade de Brasília

O apelo global à implementação da GIRH, lançado em 1992, ainda não alcançou resultados suficientes. O relatório sobre Progressos na Gestão Integrada de Recursos Hídricos, que trata das atualizações e necessidades de acelerar o indicador global 6.5.1 dos ODS, elaborado em 2021 pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente, mostra que, decorridos quase 30 anos, 87 países do mundo (47%) relataram níveis "baixos" ou "médio-baixos" de implementação da GIRH.

Ao longo desse percurso, em 2010 a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas aprovou a **água limpa e segura**, e o saneamento (esgotamento sanitário) como direitos humanos essenciais para o gozo pleno da vida e de todos os outros direitos humanos (A/RES 64/292). A dificuldade de alcançar assimilação e implantação imediatas desse direito levou a reafirmações em 2013 (A/RES 68/157) e em 2015 (A/RES 70/169). A temática foi discutida desde muito antes no âmbito da própria Organização das Nações Unidas (ONU), na Conferência de Mar del Plata, em 1977, na Argentina. Recebeu maior impulso em 2002, quando o Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (Cdesc)4 da ONU, em seu Comentário Geral n. 15, tratou sobre a água e afirmou que o direito humano a ela é indispensável para se levar uma vida digna, sendo um pré-requisito para o alcance de outros direitos humanos (Bulto, 2015).

É relevante mencionar que a preocupação com a ampliação do acesso à água esteve presente também nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM (2000-2015). Posteriormente, foi mantida entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (2016-2030). Nesses últimos, a água ganhou um protagonismo maior, já que o ODS 6 é dedicado exclusivamente a ela, ou seja, a temática não está diluída em meio a outras questões ambientais, como ocorreu nos ODM. Nos ODS a GIRH recebeu maior impulso para a sua implementação. Passou a figurar como a meta específica 6.5, que diz: "Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado".

No entanto, do ponto de vista da sustentabilidade, se a declaração do direito humano à água é um esforço no campo da equidade e da justiça social, os objetivos de gestão ainda se confrontam, muitas vezes, com interesses dos setores produtivos. Adicionalmente, todos os objetivos têm um forte viés antropocêntrico. Como contrapeso a essa perspectiva antropocêntrica, emergiu uma preocupação com a salvaguarda da saúde dos ecossistemas e da sua sustentabilidade, como provedores da água não apenas para os seres humanos mas, também, para o planeta em si e para todas as demais formas de vida que ele abriga. Nesse sentido, o conceito de segurança hídrica ganhou destaque, correspondendo à capacidade de uma população de assegurar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para se sustentar e viabilizar o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico; para garantir a proteção contra a poluição e os desastres relacionados com a água; e para preservar os ecossistemas, em um clima de paz e estabilidade política.

Essa formulação da ONU-Água de 2013 busca equilíbrio e conciliação entre diferentes interesses e perspectivas. Ela pode ser sintetizada como portadora de cinco elementos categoriais: (i) necessidades humanas básicas, (ii) produção econômica, (iii) ecossistemas, (iv) gestão de riscos de desastres e (v) geopolítica, estabilidade e independência para assegurar o acesso à água (Saito, 2018).

4 Committee on Economic, Social and Cultural Rights (CESCR), em inglês.

Desafios para o futuro: estratégias voltadas para aumentar a segurança hídrica com justiça ambiental

A preocupação com a equidade no acesso à água e ao saneamento se tornou mais premente a partir do reconhecimento das mudanças climáticas, que vêm estimulando eventos extremos, escassez de água e maior competição pelo recurso. Na medida em que o recurso se torna mais escasso ou a visão de escassez se agrava no imaginário sobre o futuro próximo, diferentes mecanismos estão sendo propostos para tentar melhorar a distribuição do acesso à água, minimizar e conciliar os conflitos em torno das demandas e reduzir o desperdício e a ineficiência no uso da água.

De um lado, recentemente, ocorreram avanços tecnológicos associados tanto a práticas e equipamentos poupadores de água quanto a soluções para reúso e dessalinização. Por outro lado, no componente de gestão interna da GIRH, existem iniciativas para aumentar o controle sobre o consumo, como a precificação da água para cobrança pelo uso, a regulação pelo Estado para gerir as demandas pela água em função da disponibilidade e da sazonalidade, a concessão de outorgas e o estabelecimento de condicionantes e regras para elas, ou seja, a gestão busca colocar limites para a livre ação do mercado e de seus agentes econômicos no uso da água, em prol do interesse da coletividade. A ausência de regulação pode levar a desequilíbrios nas disputas pela alocação de água entre diferentes usuários, o que leva a conflitos, como se viu na década de 2010 no município de Correntina, no oeste baiano. A disputa pelo uso da água para consumo humano e para uso intensivo dela na irrigação pelo agronegócio levou cerca de mil trabalhadores e trabalhadoras a se manifestarem em defesa das águas do Rio Arrojado (afluente do Rio Corrente). No dia 2 de novembro de 2017, eles ocuparam duas fazendas, o que foi seguido por uma manifestação de mais de 12 mil pessoas (mais de um terço da população do município) no dia 11 do mesmo mês. Elas protestaram contra a criminalização da luta em defesa das águas (ASA, 2018; Gomes, 2017; Santos, 2020).

Isso ilustra a introdução de elementos para o debate, como a privatização do acesso, ou o conceito de água como bem comum, difuso, ou bem econômico. Coloca também a relação desse debate com temas da ciência política e econômica, como o estado de bem-estar social, ou o seu nêmesis, o neoliberalismo e a sua proposta de enxugamento do Estado. Esses temas, que se alinham com as discussões em torno da justiça ambiental, vêm marcando também a história dos eventos mundiais sobre a gestão da água, como o Fórum Mundial da Água e o Fórum Alternativo Mundial da Água.[5] Envolvem, também, as redes/organizações mundiais de plataformas multissetoriais surgidas em torno da temática da água – Global Water Partnership[6], Waterlat-Gobacit[7], o Conselho Mundial da Água[8], entre outros.

A narrativa desse conflito em Correntina (BA) se conecta com a discussão da chamada "pegada hídrica", visto que a região é afetada pela expansão da produção de *commodities* agrícolas para exportação. A pegada hídrica dessas *commodities* corresponde ao volume de água utilizado para produzi-las, medido ao longo de toda a cadeia produtiva. Essa água é subtraída do local de produção/exportação e levada (embutida nos produtos) para o local de consumo/importação. A pegada hídrica representa, portanto, um indicador do uso da água que resulta não apenas do seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas também do seu uso indireto. Isso ajuda

5 Visite os sítios de internet de cada evento realizado no Brasil em 2018: http://8.worldwaterforum.org/pt-br/8%C2%BA-f%C3%B3rum-mundial-da-%C3%A1gua-18-23-de-mar%C3%A7o-de-2018 e http://fama2018.org/

6 https://www.gwp.org/

7 https://waterlat.org/

8 https://www.worldwatercouncil.org/en

a entender o caráter global de circulação da água doce por meio de mercadorias e a avaliar, inclusive quantitativamente, os efeitos do consumo e do comércio sobre a utilização dos recursos hídricos (Hoekstra et al., 2011). A água da região do Rio Arrojado, que a população local fica impedida de consumir, vai para os países compradores das commodities ali produzidas. O conceito de pegada hídrica denuncia esse desvio de recursos hídricos por meio de mercadorias e pode representar um instrumento de apoio à gestão desses recursos e ao estabelecimento de políticas públicas mais sustentáveis e socialmente justas, conciliando as demandas locais com os interesses comerciais globais.

Finalmente, além da perspectiva de gestão de águas segundo os olhares das ciências econômicas e sociais, é importante que as águas sejam geridas considerando os olhares das ciências ambientais e da ecologia. A análise da gestão de águas sob a ótica da paisagem permite estabelecer uma ponte entre aspectos ecológicos e aspectos socioculturais da água (Saito; Laques, 2021). A gestão passa não apenas a regular as disputas entre as demandas de consumo, com base na disponibilidade de água, mas permite pensar em como melhorar a oferta e aumentar a disponibilidade, recuperando ecossistemas e propondo formas de manejo e gestão inspiradas por leis naturais – as chamadas "soluções baseadas na natureza". Essas soluções, além de estimularem a produção de mais água pelo próprio ecossistema, têm inspirado ações de gestão para combater os efeitos de desastres de origem hídrica, como enchentes e inundações, que têm se tornado mais frequentes e de maior gravidade em função das mudanças climáticas.

Considerações finais

A conexão entre a água e a sustentabilidade passa por diversas abordagens e temas que não se esgotam aqui. No entanto, vale lembrar que a temática da água é privilegiada no âmbito da ONU, sempre merecendo mais destaque do que outras temáticas, pela celebração de décadas ou anos internacionais comemorativos da água (Saito, 2017). Por sinal, para além de a água ter um ODS 6 destacado apenas para ela no rol dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ela se beneficia quase que simultaneamente com a vigência de uma "Década Internacional" para si: 2018-2028 Década Internacional para Ação "Água para o Desenvolvimento Sustentável" (Assembleia Geral/Resolução: A/RES/71/222). Isso reforça a visão geral aqui retratada da valorização da interdependência entre água e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

» ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, 2022.

» ASA. Correntina: as guerras da água chegam ao Brasil. Outras Mídias: Movimentos e Rebeldias. 13 de abril de 2018. Disponível em: https://outraspalavras.net/outrasmidias/correntina-as-guerras-da-agua-chegam-ao-brasil/. Acesso em: 01 dez. 2024.

» BULTO, T. S. Muito familiar para ignorar, muito novo para reconhecer: a situação do direito humano à água em nível global. In: CASTRO, J. E.; HELLER, L.; MORAIS, M. P. (Org.). O Direito à Água como Política Pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica. Brasília: IPEA. 2015, p. 25-56. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3902/1/O%20direito%20à%20água%20como%20pol%C3%ADtica%20p%C3%BAblica%20na%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf. Acesso em: 01 dez. 2024.

» CEREZINI, M. T. Gestão integrada e sustentável da água em bacias hidrográficas: ferramentas, desafios e diretrizes. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. 255p. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11068. Acesso em: 01 dez. 2024.

» GOMES, M. Guerra da água no Oeste da Bahia. Brasil de Fato, Correntina (BA), 18 de Dezembro de 2017. Disponível em: https://www.brasildefatoba.com.br/2017/12/18/guerra-da-agua-no-oeste-da-bahia. Acesso em: 01 dez. 2024.

» HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: estabelecendo o padrão global. São Paulo: EESC-USP, TNC, WWF, Water Footprint Network, 2011.

» PNUA. Progressos na Gestão Integrada de Recursos Hídricos: atualizações e necessidades de aceleração do indicador global 6.5.1. Nairobi, Kenya: Programa das Nações Unidas para o Ambiente – PNUA, 2021.

» SAITO, C. H. Segurança hídrica e direito humano à água. In: RUSCHEINSKY, A.; CALGARO, C.; WEBER, T. (Org.). Ética, direito socioambiental e democracia. Caxias do Sul: Educs. 2018, p. 94-108. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-etica-direito.pdf. Acesso em: 01 dez. 2024.

» SAITO, C. H. Quais seriam as Questões Globais que desafiam a Educação Ambiental? Para além do modismo, uma análise sistemática e uma visão sistêmica. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. Especial, p. 4-24, 2017.

» SAITO, C. H.; LAQUES, A.-E. Possíveis articulações entre paisagem e gestão de águas: lições a partir da Europa. In: SOUZA-FERNANDES, L. C.; ARAGÃO, A.; SÁ, A. A. (Org.). Novos rumos do direito ambiental: um olhar para a geodiversidade. Campinas: Editora da Unicamp, 2021, p. 441-466.

» SANTOS, B. S. R. O conflito pela água em Correntina (BA): narrativas e disputas no Vale do Arrojado. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal Fluminense, 2020.

» TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. A Água. São Carlos: Ed. Scienza, 2020.

» ZAMIGNAN, G. Gestão Integrada de Recursos Hídricos: desenvolvendo capacidades para a construção de visão sistêmica sobre gestão das águas. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2018. 312p. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34866/1/2018_GabrielaZamignan.pdf. Acesso em: 01 dez. 2024.

12. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE: PARTE I

Diego Pereira Lindoso[1]
Alexandre Strapasson[1]
Saulo Rodrigues-Filho[1]

Resumo

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios socioambientais globais do século XXI. Mecanismos naturais, internos e externos, interagem de forma complexa e não linear na regulação do sistema climático. Entre os externos estão os ciclos solares e as variações cíclicas da órbita da Terra. Entre os internos estão a atividade vulcânica, oscilações na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e a refletividade da superfície terrestre, em decorrência da expansão e retração dos glaciares polares e alpinos. A partir da Revolução Industrial, a queima de combustíveis fósseis pela espécie humana adicionou um fator não natural à equação. As emissões de gases de efeito estufa, desde então, especialmente o dióxido de carbono (CO_2), intensificaram o efeito estufa, resultando em um aquecimento acelerado que tem levado ao limite ecossistemas e comunidades humanas. Os impactos atuais e esperados para as próximas décadas sugerem que diferentes dimensões da vida humana e a existência das demais formas de vida se encontram em risco se não houver esforços suficientes. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que são as mudanças climáticas? (ii) Quais são os mecanismos internos e externos que interferem nas mudanças do clima? (iii) Qual o papel do fator humano nas mudanças climáticas? (iv) Quais os principais impactos esperados das mudanças climáticas antropogênicas?

Introdução

As mudanças climáticas globais são um problema complexo que requer soluções sistêmicas. É preciso entender os seus fundamentos científicos e aspectos históricos. A janela de ação é curta, e responder a esse desafio exige mudanças estruturais profundas na maneira como os sistemas socioeconômicos funcionam e interagem dentro da biosfera. Entender a dimensão do problema e as suas nuances e buscar soluções exige uma abordagem interdisciplinar, envolvendo as mais diferentes áreas do conhecimento, desde as ciências exatas, como matemática, física e química, até ciências sociais e humanidades, como geografia, ciência política, antropologia, entre outras.

Além disso, é preciso adotar uma abordagem transdisciplinar, envolvendo outras formas de saber para além das científicas, incorporando valores e percepções dos atores envolvidos no problema e nas soluções. Isso inclui perspectivas diversas, inclusive a de povos e territórios tradicionais, cujas racionalidades abrangem cosmovisões e formas de interagir com a natureza diferentes das cosmovisões convencionais associadas ao modelo de desenvolvimento eurocêntrico e à política climática internacional. Essas perspectivas podem apresentar ensinamentos importantes para se lidar com a crise ambiental.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

O cientista ambiental e de formações afins pode atuar nesse campo como um "profissional da complexidade", um construtor de pontes e redes, articulando saberes e atores em uma perspectiva integrada, ante os desafios das mudanças climáticas. Para isso, é essencial que ele tenha uma visão sistêmica e integrada das suas causas e consequências.

Este capítulo apresenta alguns elementos básicos da ciência do clima com o intuito de elucidar conceitos essenciais e apontar temas-chave. Para obter mais detalhes, existe uma ampla literatura disponível. A referência básica é o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change*), particularmente os seus últimos relatórios de avaliação (IPCC, 2007, 2014, 2023).

O que são mudanças climáticas?

A percepção das mudanças climáticas como um risco ambiental global é relativamente recente. No entanto, a ciência subjacente tem quase dois séculos de indagações e achados. Isso inclui trabalhos seminais de cientistas, como o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927), a cientista estadunidense Eunice Foote (1819-1888) e o físico britânico John Tyndall (1820-1893). O acúmulo de trabalhos sobre a composição da atmosfera e a sua relação com as temperaturas apontava, desde o final século XIX, a existência do efeito estufa e da participação funcional de certos gases, como o dióxido de carbono (ou gás carbônico). Entretanto o instrumental necessário para observar a complexidade do fenômeno só foi disponibilizado por avanços tecnológicos mais recentes, a partir de meados do século XX.

Mas, afinal, o que são mudanças climáticas? Segundo o IPCC (2018):

> *Mudanças climáticas referem-se a mudanças no estado do clima que podem ser identificadas (por exemplo, por meio de testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades e que persistem por um período prolongado, normalmente décadas ou mais (IPCC, 2018, p. 544).*

Portanto, mudanças climáticas consistem em alterações duradouras de padrões do comportamento climático, normalmente identificadas em análises de intervalos de no mínimo 30 anos.[2]

2 Trinta anos é o período mínimo que os cientistas consideram necessário para diferenciar variações e microtendências naturais da dinâmica climática das mudanças consistentes de padrão.

Box 1 – Qual a diferença entre tempo e clima?

É importante diferenciar dois termos que muitas vezes se confundem: clima e tempo. A diferença essencial entre eles diz respeito à escala temporal que cada um tem por referência.

Tempo abrange o comportamento de parâmetros atmosféricos (temperatura, umidade, precipitação, vento, etc.) em intervalos relativamente curtos (de minutos a meses). Trata-se de algo momentâneo. É o objeto de estudo da meteorologia. A sua dinâmica remete à nossa experiência cotidiana na qual observamos e respondemos às mudanças do tempo, ao nos agasalharmos ou levarmos um guarda-chuva antes de sair de casa. Os telejornais, por exemplo, apresentam diariamente a previsão do tempo.

Clima é o objeto de estudo da climatologia e diz respeito ao comportamento das condições atmosféricas em longo prazo (anos, décadas, séculos e milênios). Essas condições se manifestam em padrões de tempo e em variabilidades cíclicas associadas a uma área geográfica específica, como um estado ou uma região. Falamos em clima quando, por exemplo, descrevemos o Distrito Federal (DF) como uma região tropical de altitude, com um regime de precipitação bem definido, marcado por uma estação chuvosa que se inicia em outubro e se prolonga até março, e outra seca, que vai de abril até setembro, reproduzindo a sazonalidade característica da região central do Brasil.

Quanto às causas das mudanças climáticas[3], o IPCC (2018) ressalta:

> *[...] as mudanças climáticas podem ser devidas a processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e mudanças antrópicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC, 2018, p. 544).*

A energia que dinamiza o sistema climático da Terra tem a sua origem no Sol. A radiação solar recebida pela Terra é composta de ondas eletromagnéticas de vários comprimentos de onda, principalmente nas faixas do ultravioleta (UV) e da luz visível. Cerca de 30% da radiação total incidente são refletidos de volta ao espaço pela atmosfera e pela superfície terrestre, enquanto 70% são absorvidos por elas. Parte da radiação solar absorvida é reemitida pela superfície na faixa do infravermelho (calor), porém alguns gases presentes na atmosfera conseguem absorver parte desse espectro. Esses gases são chamados gases de efeito estufa (GEE). Os principais são o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o vapor de água (H_2O).

3 A definição de mudanças climáticas do IPCC é uma definição científica, baseada em estudos da Física do Clima. As Nações Unidas adotam uma definição política, na qual o termo "mudanças climáticas" se refere exclusivamente às mudanças causadas pelas atividades humanas, ou seja, de origem antrópica. Para fins deste capítulo, adotamos a definição científica.

Portanto, o efeito estufa é um fenômeno natural, graças ao qual a temperatura média da superfície terrestre gira em torno de 15ºC, contrastando fortemente com a média global esperada caso o planeta não tivesse atmosfera (-18ºC). As temperaturas globais mais amenas do Holoceno (também conhecido como "ótimo climático"),[4] que cobre os últimos 12 mil anos, foram fundamentais para a expansão da vida na Terra como a conhecemos. Entretanto o recente crescimento da concentração de GEEs na atmosfera tem provocado um aquecimento global. A elevação abrupta e rápida da temperatura terrestre tem alcançado patamares capazes de perturbar o funcionamento dos ecossistemas e da tolerância térmica da parte majoritária da biodiversidade.

Assim, o efeito estufa não é um problema em si, mas, sim, a sua intensificação fora da dinâmica natural. É exatamente isso que as bilhões de toneladas de GEE emitidas pelas atividades humanas têm feito desde a Revolução Industrial. Entretanto, antes de tratar sobre os fatores humanos que influenciam as mudanças climáticas, cabe entender as suas causas naturais, sobretudo para desmistificar os principais fundamentos da variabilidade natural do clima, sobre os quais a ação antrópica tem interferido.

Causas naturais da variabilidade climática

As causas naturais da variação do clima podem ser classificadas como externas ou internas ao sistema terrestre. As externas se referem a fatores que regulam a quantidade de radiação solar que chega ao nosso planeta. Isso decorre da própria fonte de energia: o Sol. A energia do Sol vem das reações de fusão nuclear que ocorrem no interior da estrela. A atividade solar apresenta flutuações típicas, em ciclos que duram cerca de 11 anos, também chamados ciclos de *Schwabe*, relacionados à variação de seu campo magnético, que intercalam momentos de maior e menor atividade. Nos períodos de maior atividade, mais radiação solar chega ao planeta, elevando as temperaturas globais. Nos períodos de menor atividade, menos radiação chega à Terra, reduzindo as temperaturas globais. Ao analisarmos períodos um pouco mais longos, como séculos e milênios, podemos dizer que a atividade solar é relativamente constante, com pequenas flutuações sazonais e baixo impacto sobre a variação da temperatura terrestre.

As variações da órbita terrestre também são fatores importantes. A translação da Terra em torno do Sol não é um círculo perfeito, mas sim uma elipse, embora quase circular, com pontos de maior proximidade (periélio) e distanciamento (afélio) durante o ano. O que é pouco divulgado é que o formato da elipse também varia ao longo do tempo, ora em formatos mais próximos de círculos, ora em formatos mais alongados de elipses. Isso influencia diretamente as distâncias entre a Terra e o Sol, levando a ligeiras variações na intensidade de radiação solar que chega à Terra e na duração das estações. Esse comportamento da trajetória de translação se chama excentricidade e tem ciclos de cerca de 100 mil anos de duração.

Outro elemento orbital importante é o ângulo de inclinação da Terra sobre o seu próprio eixo de rotação (obliquidade). Ele influi sobremaneira a forma como a radiação que chega à Terra é distribuída entre o equador e os polos ao longo do ano. A distribuição desigual, por sua vez, regula a intensidade das estações do ano. A obliquidade terrestre varia em ciclos de cerca de 41 mil anos. Atualmente, esse ângulo é de 23,4 graus. Adicionalmente, a Terra gira em torno de seu próprio eixo de maneira muito semelhante ao movimento de um peão. A direção desse eixo chama-se precessão axial e um ciclo completo de oscilação tem duração de cerca de 26 mil anos. Em

4 O Holoceno é a época atual na escala de tempo geológico, iniciada com o fim do último período glacial. Essa época está dentro do período Quaternário da era Cenozoica. Devido às intensas mudanças causadas pela humanidade em nosso planeta, sobretudo em seus ciclos biogeoquímicos, existe entre cientistas a percepção de que já estaríamos entrando em uma nova época geológica, referida como Antropoceno.

conjunto, estes três ciclos (excentricidade, obliquidade e precessão) são conhecidos como ciclos de Milankovitch, em homenagem ao astrofísico sérvio Milutin Milankovitch (1879-1958), o primeiro a identificá-los e a levantar a hipótese de que as suas alterações regulavam os ciclos glaciares e interglaciares.

Já as causas naturais internas das mudanças climáticas se referem a dinâmicas intrínsecas do sistema terra-oceano-atmosfera, que interferem na quantidade de radiação solar retida pelo planeta. Além da camada de gases de efeito estufa, as erupções vulcânicas lançam na atmosfera aerossóis, que são partículas muito pequenas (coloides), sólidas ou líquidas, tais como fumaça e poeira. Além disso, alguns compostos, como o ácido sulfúrico, podem levar à formação de aerossóis na atmosfera. Os aerossóis funcionam como espelhos suspensos no ar, refletindo a radiação solar incidente de volta para o espaço. Erupções de grande magnitude são capazes de interferir nas temperaturas globais no ano da erupção e nos anos seguintes, reduzindo, no curto prazo, tendências de aquecimento. Por outro lado, alguns tipos de aerossóis, como materiais particulados de combustão de combustíveis, podem ter o efeito inverso, absorvendo mais calor. No entanto, esses efeitos não são persistentes e não explicam mudanças mais prolongadas no sistema climático, como o aumento consistente das temperaturas médias globais registrado nos últimos 200 anos.

Outro aspecto importante para se entender o balanço térmico terrestre é o albedo, que é um coeficiente utilizado para medir a refletividade de uma superfície, expressa pela relação entre a radiação refletida e a radiação total incidente em uma superfície, variando, portanto, de 0,0 (absorção máxima) a 1,0 (refletividade máxima). A grande superfície branca das calotas polares e geleiras no alto das montanhas, por exemplo, funciona como um grande espelho para a radiação solar incidente. Ela reflete a quase totalidade da radiação solar de volta ao espaço (albedo 0,8–0,9), reduzindo a recepção de energia que poderia ser convertida em calor. Em contraposição, as superfícies terrestres e os oceanos, expostos com o derretimento das grandes superfícies de gelo, absorvem a maior parte da radiação solar incidente, emitindo calor e contribuindo para o aquecimento global, que, por sua vez, acelera o derretimento, criando uma retroalimentação positiva na qual o aquecimento global provoca mais aquecimento global. O albedo médio da Terra é de aproximadamente 0,3.

A relação entre as causas naturais e a variação do clima terrestre ao longo das eras pode ser identificada em diferentes testemunhos paleoclimáticos. É possível identificar a presença pretérita de geleiras, por exemplo, analisando acidentes topográficos e as formações geológicas. O estudo dos pólens (palinologia) presentes em sedimentos permite reconstruir as formações vegetais pretéritas. Já o estudo da espessura dos anéis dos troncos de árvores antigas permite inferir períodos secos e úmidos, uma prática denominada dendrocronologia.

Já os testemunhos de gelo obtidos nos polos e nas geleiras alpinas contêm, entre as camadas de neve acumuladas e compactadas ao longo de milhares de anos, bolhas de ar que armazenaram, em pequena escala, relíquias da atmosfera passada. Analisar a composição química do ar dessas bolhas, com uso de um cromatógrafo, permite estimar a concentração de GEEs e até mesmo de atividades vulcânicas ocorridas há milhares de anos. Essas análises são fundamentais para os estudos de glaciologia e paleoclimatologia.

Cruzando-se esses dados e outros, é possível reconstituir o clima passado em largas escalas temporais e entender como esses fatores determinam a oscilação das temperaturas globais. É possível também determinar que o atual período de aquecimento global é atípico e não pode ser explicado apenas pela variabilidade das causas naturais que regulam o clima. Algum outro fator está interferindo. Esse fator é o fator humano.

Causas humanas das mudanças climáticas

Desde a Revolução Industrial (cerca de 1750 em diante e, mais acentuadamente, a partir de 1850), a expansão da economia teve os combustíveis fósseis como o principal insumo energético, inicialmente com o carvão mineral, seguido pelo uso de petróleo, gás natural e, mais recentemente, o gás de xisto, também chamado de *shale gas*, obtido por fraturamento hidráulico. A combustão desses recursos emitiu para a atmosfera uma elevada quantidade de GEEs, especialmente o dióxido de carbono (CO_2).

O metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) são outros GEEs importantes. O metano tem as seguintes fontes principais de emissão: a fermentação entérica presente no sistema digestivo de animais ruminantes, como bovinos, caprinos e ovinos; a decomposição anaeróbica de matéria orgânica, como nas áreas de cultivo alagado de arroz e nos aterros sanitários contendo resíduos orgânicos; e o vazamento de gás natural durante a extração, o transporte e o armazenamento pelo setor de energia. O óxido nitroso, por sua vez, está associado ao uso excessivo de fertilizantes na agricultura. Apesar de as emissões de óxido nitroso serem relativamente baixas em termos quantitativos, o seu elevado potencial de aquecimento global (GWP)[5] o torna relevante.

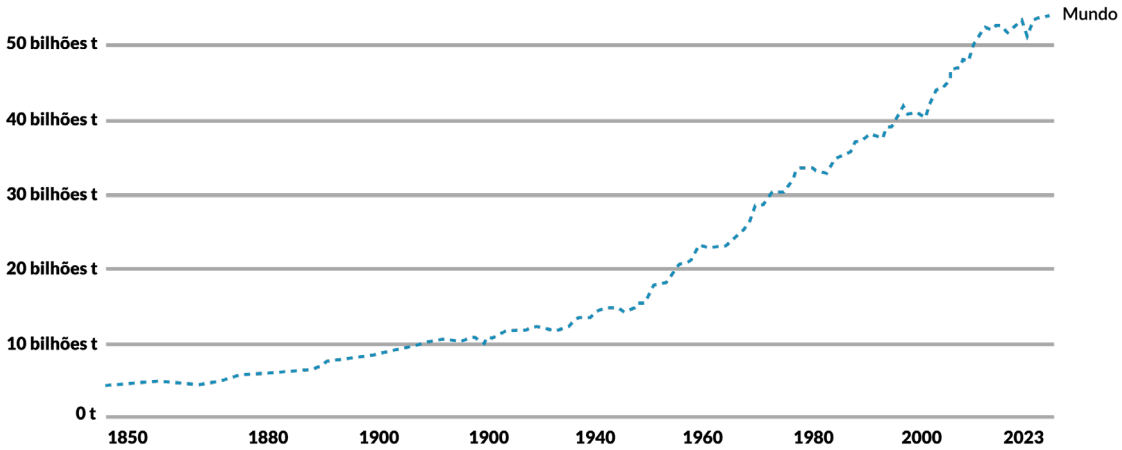
Outros gases merecem destaque. Os gases da família dos HFC (hidrofluorcarbonetos) têm um alto potencial de aquecimento. Usados como substitutos aos CFCs (clorofluorcarbonetos) e HCFCs (hidroclorofluorcarbonetos) no combate à degradação da camada de ozônio, esses gases ainda são usados em equipamentos de refrigeração, como aparelhos de ar-condicionado e câmaras frigoríficas. Alguns HFCs chegam a ser milhares de vezes mais potentes no poder de aquecimento quando comparados ao CO_2.

O efeito estufa está relacionado à forma como esses gases interagem com a radiação eletromagnética na faixa do infravermelho, por meio de um processo físico chamado espalhamento. Essa interação pode variar, a depender do gás e da frequência envolvida. Para calcular as emissões de todos os GEEs em uma mesma base de comparação, costuma-se converter as emissões dos demais GEEs em gás carbônico equivalente (CO_2eq), empregando o GWP de cada gás analisado.

As emissões anuais desses gases vêm crescendo consistentemente nos últimos 170 anos, com uma inflexão importante a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, quando a sociedade de consumo em massa ganhou tração em escala global, conforme mostra a Figura 1. Ao analisar o impacto dessas emissões, em combinação com os fatores naturais de variabilidade, fica clara a sua alta correlação com os aumentos de temperatura observados globalmente.

5 O potencial de aquecimento global, conhecido pela sigla GWP (global warming potential) expressa o quanto um gás é mais potente que o gás carbônico (cujo GWP é 1) na sua contribuição para o aquecimento global em um dado período. Para um período de 100 anos, por exemplo, estima-se que o GWP do metano seja de aproximadamente 28 a 34 (sem unidade), enquanto o do óxido nitroso seja de aproximadamente 273 (sem unidade).

Figura 1 – Evolução das emissões globais de gases de efeito estufa, 1850-2023, em bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO2e) por ano.



Fonte: Adaptado de Our World in Data (2024); base de dados Jones et al. (2024).

A Figura 1 mostra a evolução das emissões anuais de gases de efeito estufa globais, incluindo CO_2, CH_4 e N_2O de todas as fontes, inclusive da agricultura e da mudança de uso do solo.

Consequências das mudanças climáticas

O sistema climático é um sistema complexo, não linear. Portanto, alterações muito pequenas nas condições iniciais podem produzir resultados de grande porte e difíceis de prever no médio e longo prazo. Assim, todo exercício de projetar cenários futuros e identificar relações entre as partes do sistema climático envolve algum grau de incerteza.

O argumento da incerteza é frequentemente usado pelos negacionistas das mudanças climáticas para argumentar contra a realidade do problema. Entretanto não se pode confundir incertezas com dúvida. Não há dúvida sobre a relação entre as emissões de GEEs oriundas da atividade humana e as mudanças climáticas. Já está bem compreendido que a energia excedente retida na atmosfera pelos GEEs se manifesta em aquecimento global. Sabe-se que a cadeia causal desse aquecimento consiste em uma série de consequências físicas chamadas, no conjunto, de mudanças climáticas (Figura 2). Além de extremos de temperatura, secas e alterações nos padrões de precipitação, outros exemplos dos efeitos da mudança do clima são a retração das geleiras, o aumento do nível do mar e o risco de incêndios florestais.

Figura 2 – Mudanças climáticas observadas atribuídas à influência humana, segundo o grau de certeza científica

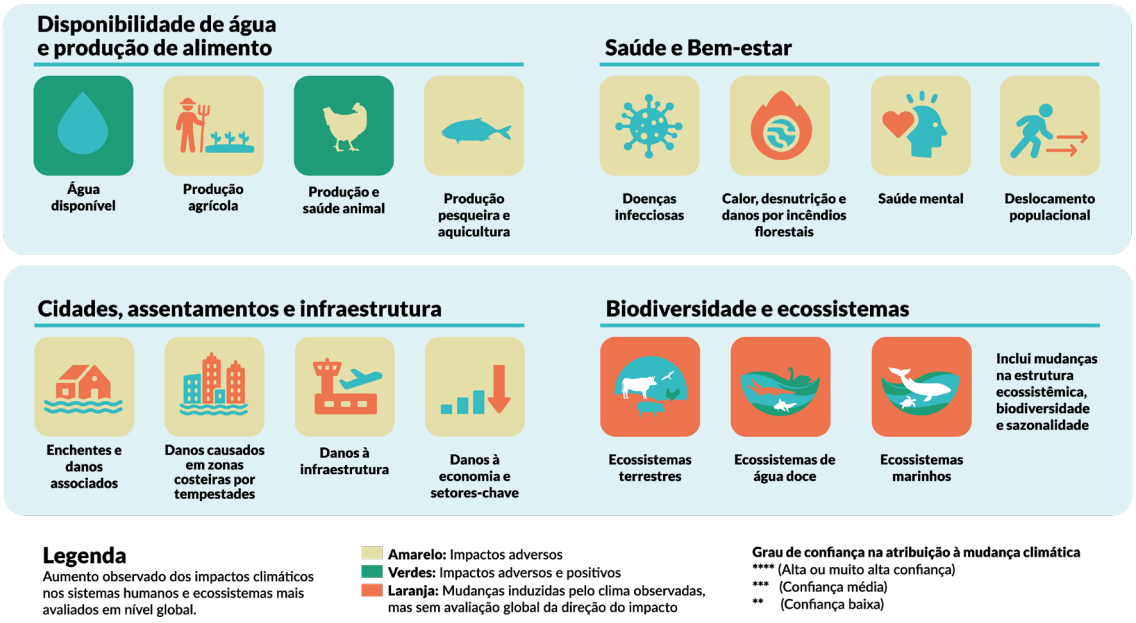


Fonte: Adaptado do IPCC (2023)

Parte do CO_2 antropogênico vai para os mares e oceanos. Uma vez diluído, o CO_2 reage com a água (H_2O), forma ácido carbônico (H_2CO_3) e reduz o pH (potencial hidrogeniônico) da água. Esse fenômeno é conhecido como acidificação oceânica e tem sérias consequências para a biodiversidade marinha, especialmente para corais, crustáceos, moluscos e equinodermos. Quanto mais CO_2 houver na atmosfera, mais ácido carbônico é formado. A gradual redução do pH oceânico tem um efeito corrosivo sobre as estruturas calcárias, podendo levar esses organismos à morte, com efeitos indiretos em toda a cadeia trófica.

As mudanças climáticas, por sua vez, têm consequências adversas para os sistemas humanos e naturais (perdas e danos). As dimensões afetadas incluem a saúde e o bem-estar humanos; a produção de bens essenciais à existência, como água e alimentos; as cidades, infraestruturas e assentamentos; os ecossistemas, entre outras (Figura 3).

Figura 3 – Impactos nos sistemas humanos e naturais atribuídos às mudanças climáticas, segundo o grau de certeza científica



Fonte: Adaptado de IPCC (2023)

Considerações finais

O sistema climático da Terra é dinâmico, tendo oscilado ao longo das eras geológicas. Essa dinâmica resulta da interação complexa de mecanismos internos e externos que regulam o balanço de energia solar retida na atmosfera e nos oceanos, ora resultando em aquecimento global, ora em resfriamento global. As emissões antrópicas globais de GEEs, a partir da Revolução Industrial, têm interferido no balanço natural, intensificando o efeito estufa a patamares que têm resultado no aquecimento acelerado da atmosfera. Isso tem levado a biodiversidade, os ecossistemas e os sistemas humanos ao limite de suas capacidades de adaptação, ameaçando a existência de espécies e de populações humanas ao redor do mundo. É urgente, portanto, encontrar meios para reduzir e capturar essas emissões.

REFERÊNCIAS

» IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: synthesis report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. LEE; J. ROMERO (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023, 36 p.

» IPCC. Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. PACHAURI; L.A. MEYER (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, 151 p.

» IPCC. Climate Change 2007: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. PACHAURI; REISINGER, A. (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007 104 p.

» IPCC. Annex I: Glossary [MATTHEWS, J. B. R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V. P. et al (ed.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 543.

» JONES, M. W. et al. National contributions to climate change due to historical emissions of carbon dioxide, methane and nitrous oxide. Dataset, ZENODO, version 2024.2. Disponível em: https://zenodo.org/records/14054503. Acesso em: 7 dez. 2024.

» OUR WORLD IN DATA. Greenhouse Gas Emissions, 2024. Disponível em: https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions. Acesso em: 7 dez. 2024.

LITERATURA COMPLEMENTAR E SUGESTÕES DE LEITURA

» BURSZTYN, M.; RODRIGUES FILHO, S. (Org.). O Clima em Transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond/IABS, v. 1., 2016, 352 p.

» LINDOSO, D.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES FILHO, S.; NASUTI, S. Harvesting Water for Living with Drought: insights from the Brazilian human coexistence with semi-aridity approach towards achieving the sustainable development goals. Sustainability, v. 10, p. 622, 2018.

» LINDOSO, D. P. Adaptação à mudança climática: ciência, política e desenvolvimento sustentável. Climacom Cultura Científica: pesquisa, jornalismo e arte, v. 2, p. 1, 2015. Disponível em: https://climacom.mudancasclimaticas.net.br/adaptacao-a-mudanca-climatica-ciencia-politica-e-desenvolvimento-sustentavel/

» STRAPASSON, A. et al. Modelling carbon mitigation pathways by 2050: insights from the global calculator. Energy Strategy Reviews, v. 29, 100494. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100494

» TALANOA. NDC brasileira com metas corrigidas para 2025 e 2030. Nota Técnica 4. Série “NDC brasileira”. Rio de Janeiro, Brasil. 2023. Disponível em: https://institutotalanoa.org/documentos

» UNESCO. Jovens & Mudança: guia sobre mudanças climáticas e estilos de vida, 2018, 64 p. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266237

» Sites e Plataformas

» Plataforma Adapta Brasil, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Disponível em: https://adaptabrasil.mcti.gov.br

» Website do Imperial College de Londres, com modelos sistêmicos online (acesso livre), para mitigação de emissões (Global, Brasil e outros países). Disponível em: https://www.imperial.ac.uk/2050-calculator

13. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE: PARTE II

Diego Pereira Lindoso [1]
Saulo Rodrigues-Filho [1]
Alexandre Strapasson [1]

Resumo

O reconhecimento das mudanças climáticas como um problema político é relativamente recente. A criação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) no final da década de 1980 e de redes de pesquisa internacionais e nacionais foi um marco importante, pois forneceu as bases científicas para orientar os formuladores de políticas públicas e informar a cidadania sobre os riscos e as estratégias de enfrentamento. Essas estratégias podem ser classificadas em dois grandes eixos: mitigação e adaptação. A primeira lida com as causas do problema e a segunda com as consequências. Na escala global, os países se organizaram no âmbito da ONU, criando a Convenção do Clima, na qual articulam tratados, protocolos e outros mecanismos de enfrentamento. Ao mesmo tempo, cada país implementa as suas estratégias nacionais e subnacionais de mitigação e adaptação. O desafio perpassa diferentes setores e implica em transformações estruturais das sociedades. Ademais, nenhuma ação de mitigação e adaptação será efetiva se não considerar as capacidades e vulnerabilidades específicas de territórios e segmentos, reconhecendo que estão distribuídas de forma injusta e, portanto, devem ser orientadas por princípios de equidade e justiça socioambiental. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Qual o papel da ciência no enfrentamento das mudanças climáticas? (ii) Qual a diferença entre mitigação e adaptação às mudanças climáticas? (iii) De que maneira a agenda climática se conecta transversalmente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?

Introdução

Foi apenas em meados da década de 1970 que a ciência que estuda as mudanças climáticas alcançou um volume de conhecimento suficiente para que a questão passasse de uma especulação marginal no campo científico para uma hipótese que pudesse ser comprovada. Na década de 1980, essas mudanças se consolidaram como objetos de uma agenda de pesquisa e foram incorporadas de forma efetiva ao debate político internacional. Essa trajetória culmina, em 1988, no reconhecimento oficial das mudanças climáticas, pela Assembleia Geral da ONU, como uma preocupação comum da humanidade. Esse passo foi simbólico, pois marcou o início da institucionalização da questão em arranjos políticos e científicos internacionais. Uma vez reconhecido o risco climático, o passo seguinte foi estabelecer formas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e administrar os seus impactos.

Há dois eixos clássicos (não excludentes) de enfrentamento possíveis: a mitigação e a adaptação. A mitigação climática visa controlar as causas do problema (aumento da concentração de GEEs na atmosfera). A adaptação climática, por sua vez, tem como alvo as consequências, buscando identificar as vulnerabilidades, reduzir os riscos e acomodar os impactos. As duas estratégias são necessárias e complementares. Este capítulo trata dos marcos no desenvolvimento dessas duas agendas climáticas.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

Agenda científica

Em 1988 foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima sob os auspícios de duas agências da ONU: a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma). O Painel é composto por centenas de cientistas do mundo inteiro, que atuam de forma voluntária e são indicados pelos diferentes países que colaboram com o IPCC. Cabe destacar que o IPCC não faz pesquisa com dados primários. Ele se dedica a compilar e revisar periodicamente a melhor ciência produzida sobre mudança do clima, sintetizada posteriormente em relatórios orientados à ação política. A sua criação foi motivada (i) pela preocupação de evitar a tomada de decisões políticas globais baseadas apenas em poucos estudos e (ii) pelo ideal de subsidiar os formuladores de políticas públicas com relatórios publicados por um amplo conjunto de cientistas renomados de vários países, resumindo textos (publicados em periódicos indexados e com revisão de pares) e medições internacionais. Esse procedimento se justifica pela complexidade do tema da mudança do clima.

Com base no IPCC, posteriormente, nasceu o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, cuja missão é reunir, sintetizar e avaliar o conhecimento climático produzido sobre e para o Brasil. Ele está organizado em três grupos, análogos aos do IPCC (ciência do clima; impactos, adaptação e vulnerabilidade; e mitigação). O Brasil também conta com a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais, mais conhecida como Rede Clima. Ela é o instrumento científico da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), promulgada em 2009, e tem por função produzir conhecimento sobre mudanças climáticas para apoiar o governo brasileiro na formulação de políticas públicas nacionais e em outros espaços de tomada de decisão.

Agenda Política

Em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92 ou ECO-92), foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC), daqui por diante referida como Convenção do Clima. As convenções são tratados internacionais a que os países-membros da ONU voluntariamente aderem e nas quais ocorrem negociações multilaterais e acordos sobre temas globalmente importantes. Os países signatários dos acordos assumem o compromisso de traduzi-los em seus marcos político-institucionais nacionais, como, por exemplo, leis e decretos, com base no princípio da precaução, ou seja, a atitude de se antecipar na mitigação de um problema que tem alto risco de gerar impactos futuros e incertezas.

Atualmente (2023), a Convenção do Clima conta com 198 países e territórios signatários, também chamados de Partes da Convenção. Desde 1995, as partes se encontram anualmente nas chamadas Conferências das Partes (COPs), que costumam ocorrer no final de cada ano. As sedes dos encontros se alternam entre os países-membros. As COPs ficam conhecidas pelo número da edição ou pelo nome da cidade na qual ocorrem. Por exemplo, a COP-15, realizada em 2009, é também conhecida como a COP de Copenhague.

A Convenção do Clima é baseada no princípio da "responsabilidade comum, porém diferenciada". Esse princípio considera que o problema da mudança do clima é de responsabilidade de todos os países, mas ressalta que essas responsabilidades devem levar em consideração o fato de que os países ditos desenvolvidos (de industrialização precoce) detêm maior responsabilidade pelo problema, uma vez que são os responsáveis pela maior parte das emissões históricas de GEEs e têm maior capacidade técnica

e financeira para responder aos desafios impostos pelos problemas do efeito estufa e das mudanças climáticas. Já os países ditos em desenvolvimento contribuíram muito menos historicamente, mas são os mais afetados. O princípio determina que eles devem receber auxílio para o enfrentamento das consequências e para a transição para uma economia de baixo carbono. Esse aspecto ilustra a introdução da "justiça climática" como componente adicional da Convenção do Clima.

A governança da Convenção do Clima se dá também pelas COPs, que podem estabelecer acordos, protocolos, fundos e grupos de trabalho temáticos. Um dos mais emblemáticos foi o Protocolo de Quioto, aprovado em 1997, na COP-3, em Quioto, Japão, que só entrou em vigência em 2005. Esse longo intervalo entre aprovação, ratificação (quando há um número especificado de assinaturas suficientes para a aprovação), intervalo esse que reflete a dificuldade das negociações em espaços multilaterais (envolvendo várias partes), como é o caso da Convenção do Clima, na qual quase 200 países buscam articular consensos, tendo cada um deles os seus interesses particulares e, muitas vezes, interesses mutuamente conflitantes.

A morosidade das negociações e acordos, e os esforços insuficientes ante a urgência de ação são as principais críticas à Convenção do Clima. Os críticos exploram essa morosidade para argumentar contra a sua eficácia como arena internacional para enfrentar o problema. Já os seus defensores afirmam que as deficiências da Convenção do Clima são próprias de espaços multilaterais e que, a despeito delas, ela é valiosa como espaço internacional consolidado e com legitimidade para o diálogo. Ela alcançou avanços desde a sua criação em 1992. Foram insuficientes, mas estimularam a capilaridade das mudanças climáticas nas agendas políticas e econômicas nacionais e subnacionais.

Mitigação climática

Mitigação climática é toda ação que visa reduzir as emissões de GEEs e/ou fortalecer os sumidouros. Sumidouros são sistemas antrópicos ou naturais capazes de remover GEEs da atmosfera e armazená-los. Por exemplo, as formações vegetais, ao realizarem fotossíntese, capturam dióxido de carbono (CO_2) e acumulam carbono em suas estruturas moleculares, funcionando como um sumidouro de carbono atmosférico. Por esse motivo, a conservação e a regeneração florestal têm grande destaque nas estratégias de mitigação climática.

A redução das emissões de GEEs foi historicamente o foco das estratégias de mitigação. O Protocolo de Quioto foi a primeira grande ação coordenada no âmbito da ONU nesse sentido. Nele, países de industrialização precoce e que mais emitiram GEEs historicamente assumiram metas de redução das suas emissões, entre 2008 e 2012 em relação aos níveis de 1990 (ano-base). Embora alguns países tenham alcançado as metas previstas, o Protocolo de Quioto fracassou em sua ambição original de reduzir as emissões globais de GEEs, que, ao contrário, cresceram consideravelmente. Entretanto o protocolo funcionou como um experimento para o surgimento de diferentes mecanismos flexíveis de controle das emissões, tais como mercados de crédito de carbono baseados em tetos de emissão (*cap-and-trade*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM, em inglês, *Clean Development Mecanism*).[2] O primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto chegou ao fim em 2012 e não houve sucesso em negociar um segundo período, embora a vigência do protocolo tenha sido estendida até 2020. Em 2015, durante a COP-21, os países integrantes da

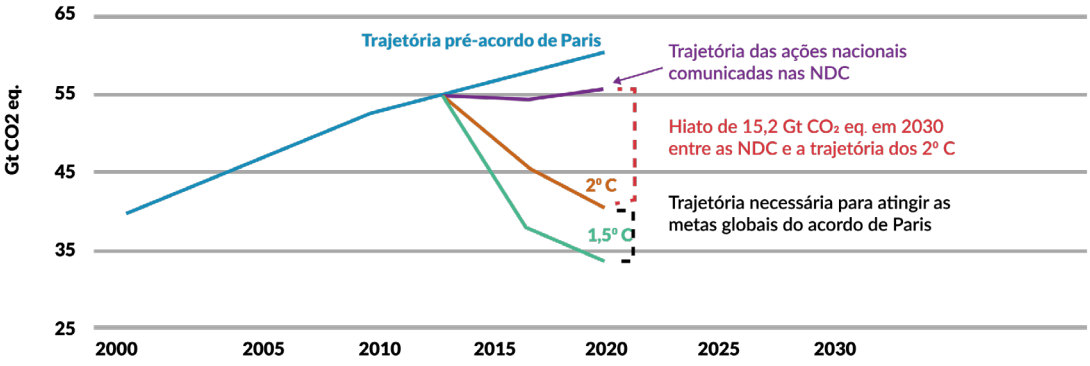
2 O MDL estava baseado no "princípio da adicionalidade", pelo qual os projetos de mitigação submetidos às Nações Unidas deveriam demonstrar que a sua implementação não ocorreria na ausência desse mecanismo.

Convenção do Clima negociaram um novo acordo, conhecido como o Acordo de Paris. A sua vigência teve início em 2020 e chegará ao fim em 2050. Pelo Acordo de Paris, 196 países se comprometeram a não permitir que o aumento das temperaturas médias globais ultrapassasse 2ºC até 2100, em relação às temperaturas pré-industriais, mas reconhecendo a necessidade de um esforço conjunto para manter o aquecimento adicional abaixo 1,5ºC. O IPCC considera esse patamar como um referencial de segurança, pois crescimentos maiores resultarão em impactos climáticos ainda mais severos, especialmente para os países mais vulneráveis, como as nações insulares.

Para atingir a meta de 1,5ºC, as partes signatárias do acordo assumiram o compromisso de apresentar periodicamente os seus planos de ação climática de mitigação e de adaptação, por meio de documentos chamados Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, em inglês, Nationally Determined Contribution). Os planos devem ser atualizados a cada cinco anos e não podem ser menos ambiciosos que os propostos no ciclo anterior.

Para limitar o aquecimento adicional a 1,5ºC, conforme almejado pelo Acordo de Paris, as emissões globais de GEEs deveriam atingir o seu pico, no mais tardar, em 2025, e a partir daí cair 43% até 2030. Isso contrasta com a realidade até o momento (2024). As emissões continuam na trajetória ascendente iniciada com a Revolução Industrial. Por enquanto, as NDCs apresentadas pelas partes no último ciclo (2020) são insuficientes para manter o aumento da temperatura abaixo dos 2ºC e mostram que os países estão muito longe de concretizar a queda das emissões necessárias para manter o crescimento da temperatura abaixo de 1,5ºC, o chamado *Global Stocktake* (inventário global de emissões diante dos cenários projetados). Além disso, até a publicação do sexto relatório da avaliação do IPCC, em 2022, a temperatura média global da superfície terrestre já havia subido aproximadamente 1,1ºC desde o período pré-industrial, ou seja, a meta de não ultrapassar o crescimento de 1,5ºC até 2100 está ficando cada vez mais inviável. A Figura 1 apresenta a comparação das trajetórias projetadas de emissões globais anuais.

Figura 1 – Comparação entre as trajetórias projetadas das emissões globais anuais de GEEs (2000-2030)



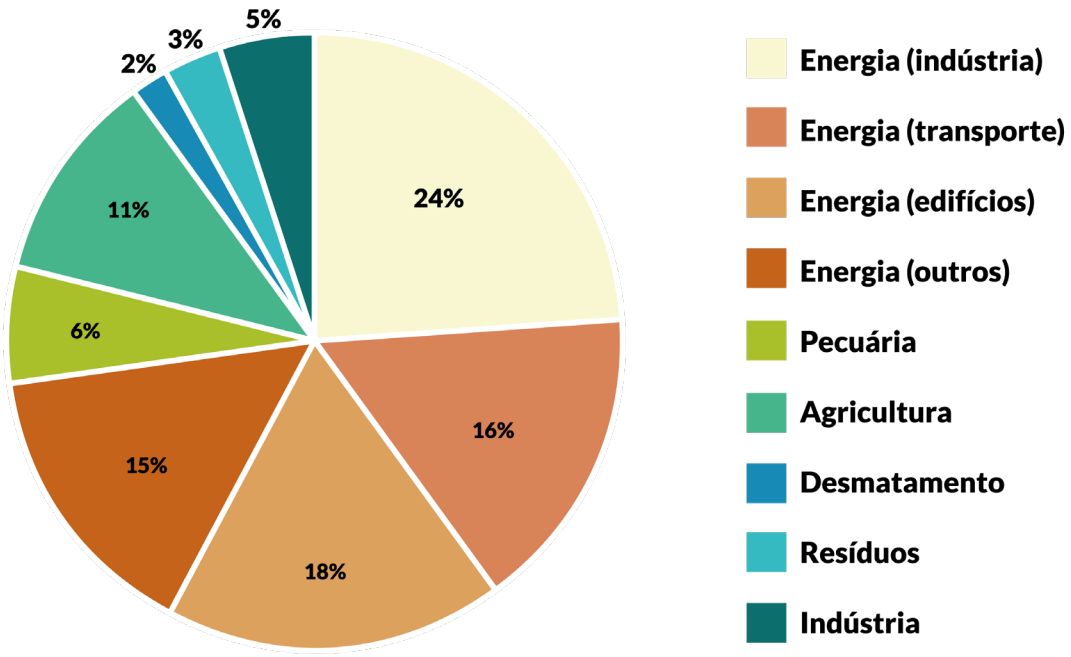
Fonte : Adaptado de Veritas Global (2020)

A Figura 1 ilustra a comparação entre as trajetórias projetadas de emissões globais anuais de GEEs sem o Acordo de Paris (azul); em rosa estão as últimas ações comunicadas pelos países sobre as suas NDCs (2020); em laranja constam as NDCs que seriam necessárias para fazer as temperaturas crescerem menos de 2ºC; e na cor verde o mesmo para as temperaturas crescerem menos de 1,5ºC.

Portanto, fica claro que é preciso haver esforços muito mais ambiciosos do que os países adotaram até o momento. Além disso, a implementação tem de ser muito mais rápida. Isso envolve medidas de redução das emissões em todos os setores-fonte de GEEs, incluindo o desenvolvimento de novos mercados, como o mercado de carbono, a emissão de títulos verdes *(green bonds)*, estímulos à substituição de equipamentos obsoletos por sistemas mais eficientes *(retrofit)*, descomissionamento (*phase-out)*, inovação tecnológica, estratégias de tributação diferenciada e políticas de educação ambiental.

O perfil das emissões globais logo após a ratificação do Acordo de Paris (2016) aponta que o consumo de energia é a principal fonte global de GEEs (73,2%), seguido do uso da terra (pela agropecuária) e da mudança do uso da terra (conversão de usos da terra, principalmente desmatamento) (18,4%). As emissões geradas por resíduos e processos industriais foram responsáveis pelos 8% restantes (Figura 2).

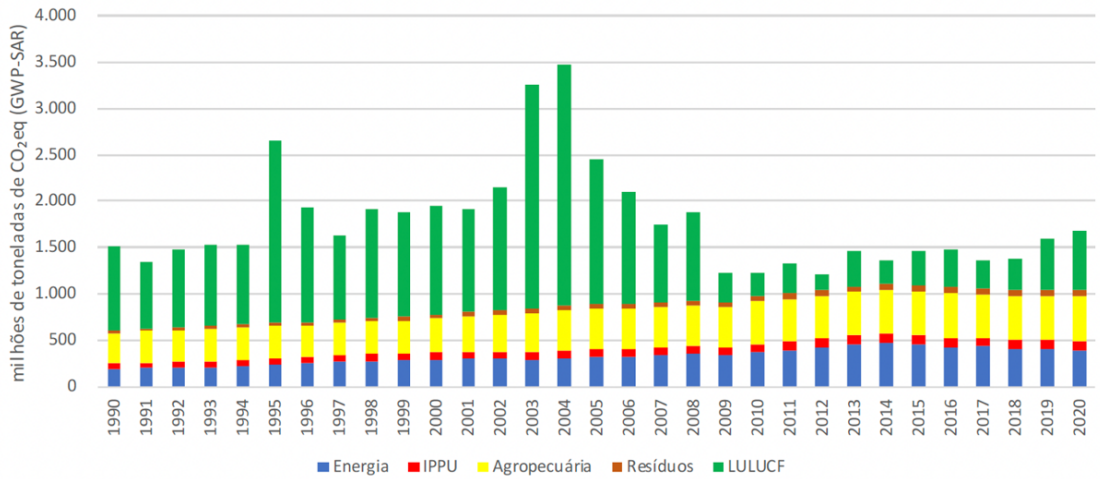
Figura 2 – Contribuições das fontes de emissão de GEEs para um total de emissões de 49,4 bilhões tCO2eq no mundo (ano-base 2016)



Fonte: Adaptado de WRI (2020)

O Brasil figura entre os maiores emissores globais, mas com um perfil de emissão distinto. A mudança do uso da terra (relacionada principalmente ao desmatamento) e a agropecuária são, historicamente, as principais fontes de GEEs emitidos pelo país (Figura 3). Ao contrário da maioria dos países, a evolução das emissões totais brasileiras não apresenta uma tendência constante de crescimento, mas oscila entre os anos, espelhando a dinâmica do desmatamento, principalmente dos biomas Amazônia e Cerrado. A Figura 3 apresenta dados oficiais do governo brasileiro, porém, dados mais atualizados, embora por vezes divergentes, podem ser obtidos na Plataforma SEEG do Observatório do Clima.

Figura 3 – Evolução do perfil das emissões brasileiras de GEEs, por setor, entre 1990 e 2020



IPPU: Processos Industriais e Uso de Produtos
LULUCF: Mudança do Uso da Terra, Uso da Terra e Florestas

Fonte: Adaptado de Brasil (2022)

Isso dá ao Brasil uma vantagem comparativa, uma vez que reduzir emissões em setores, como indústria, energia e transporte, traz uma série de desafios econômicos e tecnológicos, enquanto zerar o desmatamento não traria necessariamente impactos negativos ao setor produtivo. O argumento de que são necessárias novas áreas para expandir a agropecuária não se sustenta, por causa das abundantes áreas subaproveitadas e degradadas, que podem ser recuperadas, e dos ganhos de produtividade possíveis de serem obtidos pela inovação tecnológica e pela integração de sistemas, como a integração lavoura-pecuária-floresta (LPF) e os sistemas agroflorestais (SAFs). Além disso, o desmatamento afeta a sobrevivência e a cultura de povos tradicionais (indígenas, quilombolas, ribeirinhos, entre outros) e empobrece a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, com consequências negativas, diretas e indiretas, para a economia. Assim, reduzir as taxas de desmatamento poderia levar a uma redução significativa das emissões nacionais de GEEs em pouco tempo, com baixo custo econômico, sem desprezar a importância de reduzir as emissões também em outros setores da economia, como energia, indústria, transporte, residências e comércio. O Brasil se comprometeu a zerar suas emissões de desmatamento e apresentou uma versão atualizada de sua NDC, em 2024, durante a COP-29, em Baku, Azerbaijão.

Em contraste, países como China, EUA e os da União Europeia têm no consumo energético a principal fonte de GEEs. Os seus custos da transição energética são elevados por tonelada de emissão reduzida, fazendo com que nesses países os dilemas econômicos da mitigação climática sejam técnica e politicamente mais complicados. Comparativamente, no Brasil a matriz energética tem participação de energias renováveis muito acima da média global, devido à importância de fontes como energia hidráulica, solar, eólica e biomassa, incluindo o uso de biocombustíveis em veículos, mas o país precisa avançar decididamente na sua transição energética, a fim de atingir até 2050 uma emissão total líquida zero (no balanço entre emissões e remoções).

Adaptação Climática

O IPCC define adaptação climática como todo e qualquer ajuste em sistemas naturais e humanos em resposta às mudanças climáticas e aos seus efeitos adversos, presentes ou futuros. Portanto, a adaptação visa moderar riscos e/ou acomodar impactos após um desastre de natureza climática. O IPCC se refere também a ações que aproveitem eventuais oportunidades trazidas pelas mudanças climáticas, ainda que pontuais e incertas. Por exemplo, é projetado que a extensão do derretimento da calota polar ártica durante o verão permitirá o uso de novas rotas marítimas pelo Mar Ártico. Entretanto cabe pontuar que eventuais oportunidades beneficiarão poucos e são insignificantes diante dos impactos negativos, que são majoritários e amplamente distribuídos entre os territórios e segmentos sociais, especialmente os mais vulneráveis.

À época da criação da Convenção do Clima, justificar esforços de mitigação era relativamente mais fácil do que defender a adaptação. A despeito das grandes incertezas quanto aos mecanismos climáticos do aquecimento, estava claro que controlar as emissões antrópicas de GEEs resultaria inevitavelmente na redução do risco climático. Em contrapartida, inserir medidas de adaptação na agenda política era mais complicado, dadas as incertezas sobre como o aquecimento iria se manifestar em termos de mudança nos padrões de precipitação, da frequência de eventos extremos e dos efeitos adversos para os sistemas humanos e naturais. Nesse momento havia também otimismo sobre a capacidade de controlar as emissões de GEEs, embalado pelo sucesso do Protocolo de Montreal da Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio, que obteve resultados efetivos de redução das emissões de CFCs e HCFCs. Assim, a adaptação climática não foi tida como uma agenda prioritária nos primeiros anos das negociações internacionais no âmbito da Convenção do Clima. Contudo, como os esforços de mitigação empregados desde os anos 1990 avançaram de maneira lenta e insuficiente, ficou claro que algum grau de impacto seria inevitável.

Dessa forma, sem excluir a necessidade de adotar estratégias de mitigação contundentes, ficaram claras a urgência e a necessidade de implementar ações de adaptação. Um ponto de inflexão foi a COP-16, realizada em Cancún, em 2010, que reconheceu a adaptação como tão importante quanto a mitigação. Essa mesma conferência gerou o Arcabouço de Adaptação de Cancún, que convidava todas as partes da convenção a apresentarem Planos Nacionais de Adaptação (PNA), um reconhecimento de que adaptação é fundamental e necessária para todos os países. Ademais, alguns impactos da mudança do clima passaram a ser registrados em diversas regiões do planeta, como maior incidência (e intensidade) de incêndios florestais, secas prolongadas, enchentes, ciclones e furações, o que só reforça a necessidade de planos e ações efetivas de adaptação, paralelamente aos esforços de mitigação.

Apesar de não ser obrigatório, muitos países estão alinhando os seus planos nacionais de adaptação aos objetivos de adaptação que constam de suas respectivas NDCs. O Brasil lançou seu primeiro PNA em 2016, contemplando 11 setores estratégicos, desde ações mais amplas nas áreas da saúde, energia e agricultura a ações específicas voltadas a determinados segmentos sociais, como povos e populações vulneráveis. Em 2024, o Brasil se preparava para atualizar o seu PNA e estabeleceu diretrizes para elaboração dos planos de adaptação, por meio da Lei Federal n.º 14.904/2024.

A grande questão que se coloca é a seguinte: quem arcará com os principais custos da adaptação, sobretudo nos países do Sul Global, onde reside a maior parcela das populações mais vulneráveis e, principalmente, onde se localizam os países marcados por situações de pobreza extrema, tanto no ambiente rural quanto nas periferias urbanas.

As emissões de GEEs individuais e nacionais vão para um reservatório comum (a atmosfera), levando ao aquecimento global que não reconhece fronteiras quando se manifesta em eventos extremos e alterações de padrões climáticos. Os países que historicamente contribuíram com mais emissões de GEEs são, em sua maioria, os menos vulneráveis no contexto global. Por outro lado, os países que historicamente foram explorados como fontes de matéria-prima e foram excluídos, ou que se incorporaram tardiamente no processo de prosperidade econômica da industrialização, estão em situações de elevada vulnerabilidade climática por causa da combinação da pobreza, dos conflitos e da intensificação de eventos climáticos extremos.

O olhar da "justiça climática" incorpora essas e outras questões, como o "racismo ambiental", consolidando-se como um campo de pesquisa interdisciplinar. Reconhecemos que há um desequilíbrio entre responsabilidades e consequências das mudanças climáticas, pois os impactos de maior intensidade e os contextos com menores condições de responder adequadamente a esses impactos ocorrem entre aqueles países que menos contribuíram para o problema. Os países que tiveram maior responsabilidade pelos impactos sofrem proporcionalmente menos com eles e estão mais bem preparados e podem reunir recursos mais rapidamente para se recuperar de eventuais perdas e danos, a depender do nível de impacto.

Nas escalas subnacionais, a injustiça climática ocorre na distribuição desigual das vulnerabilidades e capacidades adaptativas entre os segmentos sociais. Nas grandes cidades, por exemplo, a pressão imobiliária frequentemente expulsa as populações mais pobres para áreas marginais, de baixo valor imobiliário, pois estão longe de infraestruturas básicas e se localizam em áreas de elevado risco ambiental, como as encostas de morros e as regiões de várzea, mais propensas a enchentes. A expansão urbana nessas zonas se dá de maneira não planejada, frequentemente em construções precárias, sem saneamento adequado. Essas mesmas áreas apresentam forte suscetibilidade a eventos extremos de chuva e costumam resultar em desastres ambientais com perdas e danos materiais e, não raro, perdas de vidas humanas. Ao mesmo tempo, a capacidade de resposta dessas populações é fraca, pois elas carecem de recursos financeiros para adequarem os seus domicílios ou mesmo para se recuperar de desastres.

Considerações finais

As mudanças climáticas são um problema socioambiental complexo e urgente. Por um lado, as causas antrópicas envolvem o metabolismo de diversos setores da sociedade, alguns de difícil e lenta restruturação, como a forte dependência dos combustíveis fósseis e cadeias produtivas globalizadas. Por outro, as consequências e as capacidades adaptativas são distribuídas desigualmente pelo espaço, pelos estratos da sociedade e pelas geografias global, nacionais e regionais.

Adotar ações de enfrentamento às mudanças se confunde com o próprio desafio da sustentabilidade, reconhecida hoje como atributo indispensável para o desenvolvimento de qualquer atividade econômica. A sustentabilidade deve ser vista como um processo de melhoria contínua que, por sua intangibilidade, avança em função da incorporação gradativa de princípios éticos e humanitários em políticas públicas e de tecnologias mais sustentáveis. Políticas e tecnologias devem ser capazes de reduzir o impacto socioambiental causado por sistemas produtivos e padrões de consumo que degradam os sistemas naturais, sem considerar a capacidade limitada da natureza de sustentar o nosso desenvolvimento. Portanto, é preciso repensar o atual paradigma de desenvolvimento, inclusive os comportamentos da própria sociedade de consumo, o que coloca na pauta a importância de uma educação ambiental crítica.

Não é coincidência que a Agenda 2030, adotada pelas Nações Unidas no mesmo ano em que o Acordo de Paris foi assinado, em 2015, contemple entre os seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) um objetivo específico para lidar com as mudanças climáticas (ODS 13). Tampouco é difícil enxergar a sinergia e os pontos de contato dos demais ODS com as agendas de adaptação e mitigação, haja vista que a vulnerabilidade estrutural e várias ações de mitigação são transversais aos padrões de produção e consumo, pobreza, educação, uso da água, proteção à biodiversidade, entre outros.

A agenda climática não é, portanto, uma agenda fechada em si mesma, nem exclusivamente ambiental. Ao contrário, é uma agenda transversal, que perpassa as agendas social, ambiental, econômica e política. A sua implementação requer a articulação de políticas setoriais, com uma perspectiva integrada e de longo prazo, contrapondo-se à fragmentação e às agendas de curto prazo que caracterizam historicamente o planejamento e a gestão de políticas públicas. Mais do que metas, a agenda climática necessita de ações efetivas, mudanças comportamentais e inovação tecnológica. Precisa também considerar que os riscos e as capacidades de responder aos desafios que serão colocados não são distribuídos de forma igual entre os segmentos sociais e territórios, afetando, na maioria das vezes, as populações socioeconomicamente mais fragilizadas e excluídas das estruturas de decisão. Não há adaptação efetiva e equitativa sem o olhar da justiça climática.

REFERÊNCIAS

» BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Plataforma Adapta Brasil. Disponível em: https://adaptabrasil.mcti.gov.br. Acesso em: 7 dez. 2024.

» BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 6. ed. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2022. 137 p.

» IMPERIAL COLLEGE. Disponível em: https://www.imperial.ac.uk/2050-calculator

» SISTEMA de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Observatório do Clima. Disponível em: https://seeg.eco.br/. Acesso em: 7 dez. 2024.

» UNFCCC. Disponível em: https://unfccc.int/NDCREG. Acesso em: 7 dez. 2024.

» VERITAS GLOBAL. Paris Agreement: the inconvenient gap between ambition and reality. 2020. Disponível em: https://www.veritasglobal.ch/post/inconvenient-gap-between-ambition-and-reality. Acesso em: 26 jun. 2023.

» WORLD RESOURCES INSTITUTE. Base de dados do Climate Watch. 2020. Disponível em: https://www.wri.org/initiatives/climate-watch. Acesso em: 7 dez. 2024.

LITERATURA COMPLEMENTAR E SUGESTÕES DE LEITURA

» BURSZTYN, M.; RODRIGUES FILHO, S. (Org.). O Clima em Transe: vulnerabilidade e adaptação da agricultura familiar. 1a. ed. Rio de Janeiro: Garamond/IABS, 2016. v. 1. 352 p.

» LINDOSO, D.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES FILHO, S.; NASUTI, S. Harvesting Water for Living with Drought: insights from the brazilian human coexistence with semi-aridity approach towards achieving the sustainable development goals. Sustainability, v. 10, p. 622, 2018.

» LINDOSO, D. P. Adaptação à mudança climática: ciência, política e desenvolvimento sustentável. Climacom Cultura Científica - Pesquisa, Jornalismo e Arte, v. 2, p. 1, 2015.

» STRAPASSON, A. et al. Modelling carbon mitigation pathways by 2050: insights from the global calculator. Energy Strategy Reviews, v. 29, 100494, 2020.

» TALANOA. NDC brasileira com metas corrigidas para 2025 e 2030. Nota Técnica 4. Série “NDC brasileira”. Rio de Janeiro, Brasil. 2023. Disponível em: https://institutotalanoa.org/documentos

» UNESCO. Jovens & Mudança: guia sobre mudanças climáticas e estilos de vida, 2018, 64 p. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266237

SITES E PLATAFORMAS

» Plataforma Adapta Brasil do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Disponível em https://adaptabrasil.mcti.gov.br.

» Plataforma SEEG do Observatório do Clima. Disponível em: https://seeg.eco.br/

» Website do IMPERIAL COLLEGE de Londres, com modelos sistêmicos online, para mitigação de emissões (Global, Brasil e outros países). Disponível em: https://www.imperial.ac.uk/2050-calculator

» Website da UNFCCC, com as NDCs de todos os países. Disponível em: https://unfccc.int/NDCREG

14. CIDADES SUSTENTÁVEIS

Tálita Floriano dos Santos[1]
Romero Gomes P. da Silva [1]

Resumo

A maioria da população mundial vive em áreas urbanas. No Brasil, a taxa de residentes urbanos chega a 84%. Por isso, o tema da sustentabilidade nas cidades é altamente relevante. Existem discussões técnicas e acadêmicas sobre a sustentabilidade urbana e os conceitos relacionados, que aparecem difusos. Este capítulo aborda especificamente importantes conceitos ligados à temática das cidades sustentáveis e trata das diferenças delas em relação às cidades resilientes e inteligentes. Em seguida, discute quatro premissas essenciais para alcançar a sustentabilidade urbana: transporte, áreas verdes, energias renováveis e saneamento básico. Por fim, apresenta os desafios enfrentados no contexto brasileiro para alcançar a sustentabilidade urbana, incluindo a necessidade de lidar com questões históricas, como ocupação irregular e falta de planejamento. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que é uma cidade sustentável? (ii) Quais são as premissas básicas para alcançar a sustentabilidade urbana? (iii) Quais são os desafios para alcançar uma cidade sustentável em face da legislação brasileira?

Introdução e conceitos básicos

A rápida urbanização da população mundial gera desafios significativos relacionados ao consumo excessivo de energia, ao congestionamento, ao transporte saturado, à poluição do ar e da água, ao descarte de resíduos tóxicos, ao esgotamento de recursos, à desigualdade social, à vulnerabilidade e à deterioração da saúde pública (Bibri; Krogstie, 2017). Isso explica por que há sérios debates nos círculos acadêmicos e políticos sobre as cidades sustentáveis, as cidades resilientes e as cidades inteligentes.

Muitas vezes esses três conceitos são tratados como se fossem indistintos, o que é um erro. Uma cidade resiliente é uma rede sustentável de sistemas físicos e comunidades humanas, que combina componentes construídos e ambientais do sítio da cidade. A resiliência implica que a comunidade pode suportar um evento natural extremo sem sofrer perdas devastadoras, danos ou redução significativa da qualidade de vida dos seus habitantes, sem depender excessivamente de ajuda externa (Mileti, 1999).

Por sua vez, uma cidade inteligente busca um crescimento urbano eficiente em termos de energia, transporte, uso do solo, comunicação, desenvolvimento econômico e prestação de serviços. Ela faz isso por meio da gestão inteligente dos sistemas urbanos, com o uso de informações, comunicações e tecnologia (ICT) (Bibri; Krogstie, 2017). As cidades inteligentes são caracterizadas pela adoção de tecnologias que atendem aos padrões de sustentabilidade, escolhendo critérios relacionados a pessoas, governo, economia, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida (Scoculi De Lira; Lofhagen, 2022).

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

Embora as cidades inteligentes, ou em vias de se tornarem inteligentes, demonstrem preocupação crescente com questões de sustentabilidade (*Ahvenniemi et al.*, 2017), não podem ser consideradas necessariamente cidades sustentáveis. Uma cidade sustentável é aquela em que o desenvolvimento urbano equilibra o crescimento das áreas urbanas com a proteção do meio ambiente, buscando equidade em renda, emprego, moradia, serviços básicos, infraestrutura social e transporte (*Hiremath et al.*, 2013).

Premissas da sustentabilidade urbana

Há quatro premissas para avaliar se uma cidade é sustentável: transporte, áreas verdes, energias renováveis e saneamento básico. No que diz respeito ao transporte, é fundamental que uma cidade sustentável planeje o seu sistema de mobilidade para reduzir o número de viagens motorizadas, estimular o uso de meios de transporte alternativos e com menor impacto ambiental e reduzir a dependência do transporte individual (Banister *et al.*, 1997). No entanto, nas cidades brasileiras é comum que o poder público introduza mudanças na configuração urbana exatamente para melhorar o tráfego de veículos individuais, o que compromete o uso adequado do solo. A construção de novas vias expressas, rodovias, viadutos e túneis, e o estímulo à expansão de bairros distantes acarretam graves consequências, como a redução da cobertura vegetal, o crescimento de áreas asfaltadas, a redução da capacidade de absorção de água pelo solo, a ocorrência de enchentes e o agravamento da poluição do ar.

Uma rede de transporte sustentável deve ser projetada de forma a priorizar o uso de meios ativos, como caminhada e bicicleta, e ao mesmo tempo garantir acesso fácil às atividades diárias, como trabalho, saúde e lazer. No entanto, no Brasil, os planejadores e as autoridades frequentemente negligenciam os meios ativos e a ampliação do transporte coletivo sustentável, o que compromete o direito à cidade para todos.

A segunda premissa para que as cidades sejam sustentáveis é a preservação e consolidação das áreas verdes urbanas. As cidades, por sua natureza, impactam negativamente os *habitats* naturais, simplificam a diversidade de espécies, perturbam os sistemas hidrológicos e alteram os fluxos de energia e o ciclo de nutrientes (Yigitcanlar; Kamruzzaman, 2015). Apesar de esses efeitos serem bem conhecidos, a atenção dada aos componentes naturais e às áreas verdes existentes nas áreas urbanas ainda é insuficiente (Chiesura, 2004).

Ecologicamente, as áreas verdes contribuem para o equilíbrio entre solo, clima e vegetação, melhoram as condições atmosféricas, reduzem ruídos e agregam valor estético (Loboda; De Angelis, 2009). Socialmente, além de proporcionar atividades esportivas, lazer e descanso, elas funcionam como espaços de convívio social (Amato-Lourenço et al., 2016). Durante a recente pandemia da Covid-19, as áreas verdes urbanas ganharam reconhecimento e frequentadores, e se revelaram essenciais para a sociabilidade devido às menores possibilidades de contágio. As pessoas as adotaram como locais para melhorar a saúde física e mental e para aliviar os efeitos das medidas de combate à disseminação da Covid-19.

A quantidade e a distribuição das áreas verdes são aspectos relevantes da sustentabilidade urbana. É crucial que essas áreas sejam distribuídas de forma equitativa pela cidade, evitando a sua concentração em zonas específicas (geralmente as mais privilegiadas). Além disso, cabe destacar que áreas verdes que não cumprem uma função social devido à falta de infraestrutura e ao planejamento adequado acabam sendo consideradas zonas perigosas e de risco (Jacobs, 2011).

A terceira premissa para a construção de cidades sustentáveis refere-se ao uso de energias renováveis. Embora a maior parte da matriz energética brasileira provenha de fontes renováveis, como a energia hidráulica, é crucial tomar medidas para tornar todas as atividades urbanas mais eficientes em termos energéticos. As cidades ocupam apenas 2% da superfície terrestre, mas consomem de 60% a 80% da energia global (Sodiq et al., 2019). Por isso, os sistemas de energia renovável para as cidades têm sido propostos como um requisito para o desenvolvimento sustentável (Lerman *et al.*, 2021).

As políticas energéticas têm mais um aspecto importante, porque as emissões de carbono provenientes do setor energético representam uma alta parcela das emissões totais de carbono de muitas cidades ou países. Nessa situação, políticas de energia renovável aplicadas especificamente nas cidades contribuem fortemente para alcançar a neutralidade de carbono (Dahal *et al.*, 2018).

Uma maior eficiência energética pode ser alcançada por meio de uma remodelação completa do sistema existente. Um exemplo é com a instalação de fontes de energia renovável nos edifícios existentes, como captadores de energia solar. Além disso, é preciso incentivar a construção de novos "prédios inteligentes", equipados com tecnologias avançadas capazes de suprir todas as suas necessidades de eletricidade por meio da captação de energia solar. O ideal é que a malha urbana abrigue um número crescente de edifícios modernos, energeticamente eficientes e ecologicamente corretos (Zygmunt; Gawin, 2022).

A quarta premissa para a concepção de uma cidade sustentável é a implementação de serviços de saneamento básico. Isso engloba medidas abrangentes, como abastecimento de água potável, saneamento adequado, limpeza urbana, drenagem, coleta e gerenciamento de resíduos sólidos e pluviais. No Brasil, os serviços de saneamento básico apresentam grandes deficiências. Quarenta e um por cento da população brasileira não tem acesso adequado ao esgotamento sanitário (MDR, 2020). Além disso, os serviços existentes são distribuídos de forma desigual dentro das cidades e das regiões, atendendo às necessidades de forma desigual. A falta de saneamento básico tem impactos diretos sobre a saúde pública, aumentando a incidência de doenças e a mortalidade, além de afetar o desenvolvimento das cidades, contribuindo para a pobreza crônica, a degradação ambiental e a poluição dos recursos hídricos, solo e ar (Cairncross; Valdmanis, 2006).

Para reduzir o déficit nos serviços de saneamento básico, são necessários grandes investimentos em infraestrutura, tanto públicos quanto privados, especialmente nas cidades brasileiras mais carentes desses serviços, como as do semiárido, das áreas amazônicas e das periferias das metrópoles. Além disso, é crucial incentivar práticas sustentáveis, como o reúso e aproveitamento da água, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos, a despoluição dos corpos de água, a gestão adequada dos resíduos sólidos (incluindo o apoio ao papel social dos catadores de materiais recicláveis) e a compostagem de resíduos orgânicos.

Desafios históricos da urbanização brasileira

Levando em conta as quatro premissas discutidas acima, a sociedade brasileira enfrenta sérios desafios devido à histórica falta de planejamento do seu acelerado processo de urbanização. Temos 5.568 municípios, além do Distrito Federal e do Distrito Estadual de Fernando de Noronha. Oitenta e quatro, setenta e dois por cento da população reside nas áreas urbanas desses municípios e distritos (IBGE, 2014). A urbanização é marcada por profundas desigualdades sociais e espaciais, resultado da estrutura social e das políticas urbanas adotadas ao longo do tempo (Santos, 2020). O crescimento populacional urbano e o déficit habitacional, especialmente após a década de 1950, levaram à ocupação irregular em larga escala de áreas de risco, sem infraestrutura adequada, desrespeitando leis de ordenamento territorial e ambientais (Santos, 2020; Sirkis, 2003).

As áreas ambientalmente frágeis, que não deveriam receber moradias, foram ocupadas por assentamentos precários (sem infraestrutura adequada) e predatórios (áreas propensas a riscos de saúde, deslizamentos e erosão) (Maricato, 1999). Na década de 1970, a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, conhecida como Lei do Parcelamento do Solo (Brasil, 1979), definiu regras mínimas para o fracionamento de terrenos e para a instalação de infraestrutura urbana. No entanto, ela não impediu o surgimento de ocupações irregulares ou clandestinas. Prevaleceram a ineficiência e a conivência dos órgãos públicos responsáveis pelo controle da expansão urbana e a necessidade de as pessoas se estabelecerem em algum lugar, mesmo que em áreas de risco (Teixeira Neto, 2007).

Em 1988, houve um forte movimento a favor da reforma urbana. A Constituição Federal abrigou os artigos 182 e 183, resultantes de uma emenda popular a favor da reforma, assinada por 200 mil pessoas. Esses artigos definiram a regulamentação da política urbana. A questão ambiental também recebeu atenção constitucional, separada das questões urbanas. Pela primeira vez, a Constituição brasileira dedicou um capítulo exclusivo ao meio ambiente (Capítulo VI, Artigo 225).

A promulgação da lei que regulamentou o capítulo "Política Urbana" da Constituição de 1988 ocorreu apenas em 2001. A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida popularmente como Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), foi um marco na criação de normas que regulam o uso da propriedade urbana. Dois de seus pontos mais importantes são: (i) a exigência de planos diretores para municípios com mais de 20 mil habitantes e (ii) a implementação desses planos na expansão urbana, por meio de critérios sustentáveis que integrem políticas urbanas e ambientais.

Essa noção de integração ganhou força após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Ela foi expressa no capítulo 7 no plano de ação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (denominado Agenda 21) e enfatizou a importância da melhoria das condições de vida nos assentamentos populares por meio do desenvolvimento sustentável (ONU, 1992). Em 2015, a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (New York) lançou a Agenda 2030, que entre outros pontos reafirmou o objetivo de tornar as cidades sustentáveis. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 11 visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Apesar das leis, compromissos e acordos internacionais que abordam a sustentabilidade nas cidades, os conflitos sociais urbanos são numerosos, e a luta por melhores condições de vida nas cidades prossegue. A desigualdade de renda, a ausência de políticas e programas de desenvolvimento urbano baseados na justiça social e a atuação do mercado imobiliário continuam penalizando os mais pobres (Rolnik,

1998). O crescimento desordenado das cidades continua a gerar problemas estruturais, sociais e ambientais. Houve avanços legais, como a Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017, e o Decreto nº 9.310, de 15 de março de 2018, que permitiram a incorporação de núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e a titulação de seus ocupantes. No entanto, houve também retrocessos, como a Lei nº 14.285, de 19 de dezembro de 2021, que alterou as Áreas de Preservação Permanente (APPs) urbanas. Essa lei concedeu autonomia aos municípios para regulamentar as faixas de restrição às margens de rios, aos córregos e às lagoas em áreas urbanas consolidadas. Na prática, isso permitirá o surgimento de assentamentos às margens dos cursos de água, ou seja, em áreas ambientalmente frágeis e sujeitas a inundações.

Considerações finais

Planejar e gerir os efeitos da urbanização com foco na sustentabilidade não envolve apenas investir na infraestrutura das cidades. É necessário institucionalizar a participação social e considerar a questão ambiental. A gestão integrada dos recursos ambientais, sociais, econômicos e dos serviços públicos é a melhor alternativa para alcançar o desenvolvimento sustentável nas cidades (Schiffer, 1999), uma vez que serviços insuficientes e mal distribuídos acentuam as desigualdades sociais. A sociedade demanda cada vez mais espaços urbanos sustentáveis e democráticos (Jacobs, 2011). Portanto, além de tornar as cidades, especialmente as mais pobres, mais sustentáveis, é necessário garantir que qualquer intervenção funcione como um equipamento urbano e promova a cidadania e a inclusão social e que os benefícios resultem na melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Diante da falta de comprometimento do poder público, é crucial que os movimentos de luta e resistência por espaços urbanos sustentáveis insistam em suas demandas. Esses espaços são locais de atividades democráticas, moradia, lazer e qualidade de vida. Exemplos disso são a mobilização dos moradores de Brasília para barrar a construção de edifícios em uma área de proteção ambiental adjacente ao Parque Olhos D'água (um parque urbano) e a luta de mais de 50 anos da sociedade paulistana para transformar o Parque Augusta em uma área de uso público, gratuito e com infraestrutura adequada. A busca por cidades sustentáveis está no cerne da luta pelo direito à cidade. Como afirmou Lefebvre (1972), o direito à cidade é a forma superior dos direitos: o direito à liberdade, à individualização na socialização, ao *habitat* e à habitação.

REFERÊNCIAS

» AHVENNIEMI, H.; HUOVILA, A.; PINTO-SEPPÄ, I.; AIRAKSINEN, M. What are the differences between sustainable and smart cities? Cities, v. 60, p. 234-245, 2017.

» AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. D.; SILVA FILHO, D. F. D.; MAUAD, T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. Estudos Avançados, v. 30, p. 113-130, 2016.

» BANISTER, D.; WATSON, S.; WOOD, C. Sustainable cities: transport, energy, and urban form. Environment and Planning B: planning and design, v. 24, p. 125–143, 1997.

» BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart sustainable cities of the future: an extensive interdisciplinary literature review. Sustainable Cities and Society, v. 31, p. 183-212, 2017.

» BRASIL. Lei Federal nº 10.257. Estatuto da Cidade (Atos do Poder Legislativo). 2001.

» BRASIL. Lei Federal nº 6.766. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. 20 dez. 1979.

» CAIRNCROSS, S.; VALDMANIS, V. Water supply, sanitation and hygiene promotion. In: WHO. Water Supply and Sanitation: The Future. 2006.

» CHIESURA, A. The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning, v. 68, n. 1, p. 129–138, 2004.

» DAHAL, K.; JUHOLA, S.; NIEMELÄ, J. The role of renewable energy policies for carbon neutrality in Helsinki Metropolitan area. Sustainable Cities and Society, v. 40, p. 222–232, 1 jul. 2018.

» HIREMATH, R. B.; BALACHANDRA, P.; KUMAR, B.; BANSODE, S. S.; MURALI, J. Indicator-based urban sustainability — A review. Energy for Sustainable Development, v. 17, n. 6, p. 555-563, 2013.

» IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. Notas Metodológicas, v. 1. 2014.

» JACOBS, J. Morte e vida de grandes cidades. 3. ed. Brasil: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

» LEFEBVRE, H. Le droit à la ville. Paris: Anthropos, 1972. p. 250-251.

» LERMAN, L. V.; BENITEZ, G. B.; GERSTLBERGER, W.; RODRIGUES, V. P.; FRANK, A. G. Sustainable conditions for the development of renewable energy systems: a triple bottom line perspective. Sustainable Cities and Society, v. 75, 2021.

» LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. de. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiência, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2009.

» MARICATO, E. Metrópole na periferia do capitalismo. Ilegalidade, desigualdade e violência. Capital & Class, v. 23, n. 3, p. 182–185, 1999.

» MILETI, D. Disasters by design: a reassessment of natural hazards in the United States. Local. Joseph Henry Press, 1999.

» ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June, 1992. Disponível em: https://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/agenda21.pdf. Acesso em: 01 dez. 2024.

» ROLNIK, R. Zonas de Especial Interesse Social. Pólis-Ildesfes, p. 3, 1998.

» SANTOS, M. Urbanização Brasileira. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2020.

» SCHIFFER, S. T. R. O processo de urbanização no Brasil. 1. ed. São Paulo: EdUSP, 1999.

» SCOCULI DE LIRA, G.; LOFHAGEN, J. C. Cidades inteligentes e o transporte urbano sustentável com bioenergia: um estudo de caso de Curitiba, Brasil. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 18, n. 51, p. 207–220, 2022.

» SIRKIS, A. Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da gestão ambiental nas suas áreas de concentração. TRIGUEIRO, A. (Org.). Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

» TEIXEIRA NETO, F. Ministério Público, meio ambiente e parcelamento do solo: reflexões acerca do impasse entre a regularização de empreendimentos urbanos consolidados e a proteção ambiental. Revista do Ministério Público do RS, p. 189–204, 2007.

» YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M. Planning, development and management of sustainable cities: a commentary from the guest editors. Sustainability (Switzerland), v. 7, n. 11, p. 14677-14688, 2015.

» ZYGMUNT, M.; GAWIN, D. Application of the Renewable Energy Sources at District Scale — A Case Study of the Suburban Area. Energies, v. 15, n. 2, 2022.

15. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti[1]
Paulo Celso dos Reis Gomes [2]
Gleidson Oliveira Silva [3]

Resumo

Este capítulo tem como objetivo abordar a gestão dos resíduos sólidos urbanos como parte integrante de um sistema de gestão integrada no contexto brasileiro. Devido à sua complexidade, analisamos os resíduos de acordo com a sua classificação, a atividade que os gera e o processo de sua formação, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Quanto aos aspectos legais e aos instrumentos ambientais, o texto destaca a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada por meio da Lei 12.305, de 3 de agosto de 2010. A PNRS, por sua vez, aponta para a Política Nacional de Educação Ambiental – Pnea/1999, já que a educação ambiental é um instrumento importante do sistema de gestão dos resíduos sólidos, por contribuir para a sensibilização e a conscientização da população e para a sustentabilidade do sistema. A conclusão é que a gestão dos resíduos sólidos no Brasil é um desafio e que o enfrentamento da questão passa pela implantação de sistemas de gestão integrada em todo o país e pela exigência de que esses sistemas tenham como objetivo a sustentabilidade ambiental, econômico-financeira e social. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como podem ser classificados os resíduos sólidos? (ii) Quais os avanços que a PNRS trouxe para a gestão dos resíduos sólidos? (iii) Qual é o papel da educação ambiental na gestão de resíduos sólidos?

Introdução

Neste capítulo abordamos aspectos gerais da problemática dos resíduos sólidos urbanos a partir da perspectiva de um sistema integrado de gestão e do contexto brasileiro. Os resíduos sólidos são sobras dos processos produtivos e de consumo. Se bem tratadas, separadas na origem e encaminhadas corretamente, essas sobras podem ser reaproveitadas, recicladas e compostadas. Os resíduos têm uma composição complexa. A sua classificação neste texto leva em conta a atividade que lhes dá origem e o seu processo de geração.

Quanto aos aspectos legais e aos instrumentos ambientais pertinentes, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) tem forte relevância, pois resultou de uma ampla discussão nacional, que tomou a forma da Lei 12.305/, de 3 de agosto de 2010. No entanto, depois de 13 anos de vigência da lei, a maioria dos municípios brasileiros ainda não resolveu problemas básicos de gestão de resíduos. Eles carecem de capacidade técnica, convivem com lixões ilegais e lidam com a presença de catadores e crianças que trabalham em condições precárias nos lixões. Nacionalmente, a taxa de recuperação de resíduos sólidos secos (papel, papelão, plástico, vidro e metal) envolve apenas 2,2%, em relação ao que foi coletado (Brasil, 2022). Os desafios para equacionar os problemas gerados por esse déficit passa pela implantação de sistemas otimizados de gestão integrada que se pautem pelos princípios da sustentabilidade ambiental, econômico-financeira e social.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília
3 Parque Tecnológico de Belo Horizonte

Vale destacar que a PNRS aponta a Política Nacional de Educação Ambiental – Pnea (Brasil, 1999) como um instrumento importante para montar sistemas de gestão dos resíduos sólidos, pois a educação ambiental (EA) contribui para sensibilizar e conscientizar a população e para a sustentabilidade desses sistemas.

Classificação dos resíduos

Para classificar corretamente os resíduos, é necessário identificar o processo ou a atividade que lhe deu origem, além das suas características e as dos seus componentes. É necessário compará-los com as listas de materiais residuais conhecidos e verificar o seu potencial de danos à saúde humana e ao meio ambiente. Os materiais que compõem os resíduos devem ser classificados de acordo com as matérias-primas, os insumos e os processos que deram origem ao produto (ABNT, 2004). Quanto à origem, de forma geral os resíduos se dividem em pelo menos dez categorias: resíduos domiciliares, da limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais, de serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transportes e de mineração.

Vale destacar que existem outras classificações de resíduos. A norma NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais à saúde humana e ao meio ambiente. Segundo a norma, os resíduos pertencem à Classe 1, Classe 2A ou Classe 2B, conforme exposto no Quadro 1:

Quadro 1 – Classificação dos resíduos, segundo a norma NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas

Classe	Características	Exemplos
Classe 1	Com características perigosas, que provocam risco à saúde pública (morte ou doenças); ou risco ao meio ambiente. Características notáveis: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, conforme ABNT NBR 10.007	Pilhas, baterias, telhas de amianto, óleo usado, resíduos de tinta, pigmentos e resíduos de serviços de saúde
Classe 2ª	Sem características perigosas; não inertes. Propriedades notáveis: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água	Restos de alimentos, resíduos sanitários, óleos alimentares, gorduras, papel e lodos
Classe 2B	Inertes; quando em contato com a água, destilada ou deionizada, em temperatura ambiente, não são solubilizados, conforme os padrões de potabilidade da água (cor, turbidez, dureza e sabor)	Plásticos, rochas, tijolos, vidros, metais ferrosos, produtos têxteis, entulho da construção civil e polímeros

Fonte: Elaboração dos Autores, a partir de ABNT (2004).

A classificação feita pela NBR 10.004 é de grande importância para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, pois ela identifica os seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Ela permite que coleta, transporte e destinação final sejam feitos de forma adequada, além de ser usada por empresas de triagem de resíduos e por órgãos reguladores.

Resíduos sólidos urbanos

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – Sinir (Ministério do Meio Ambiente, 2021), os resíduos sólidos urbanos (RSU) merecem outra classificação além da apresentada acima. Eles são constituídos por dois tipos de resíduos de origem doméstica, denominados resíduos domiciliares e resíduos originados da limpeza urbana. Os RSU podem ainda ser classificados em secos, orgânicos e rejeitos. O Quadro 2 expõe essa segunda forma de classificação dos RSU.

Quadro 2 – Classificação de resíduos sólidos urbanos segundo o Ministério do Meio Ambiente

Tipos de resíduos	Origem	Exemplos
Resíduos domiciliares	Residências domésticas urbanas	Sobras de alimentos, cascas de frutas e legumes, papéis, jornais, plásticos, vidros, latas, embalagens, lixo do banheiro e fraldas descartáveis
Resíduos da limpeza urbana	Varrição e limpeza de vias públicas, limpeza de praias, galerias, terrenos, capina, poda e feiras livres	Restos de vegetais diversos, resíduo de varrição, embalagens em geral e resíduos de descarte irregular

Fonte: Elaboração dos Autores, a partir de Ministério do Meio Ambiente (2021)

Os RSU exigem atenção, pois geram desafios ligados à geração, à coleta, ao tratamento e à destinação final. Além disso, eles são fonte de renda para muitas famílias que orbitam a cadeia produtiva dos resíduos, com destaque para os catadores de materiais recicláveis. Dada a sua relação íntima com os seres humanos, os RSU são propícios para soluções dentro dos requisitos da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável (DS).

Panorama dos resíduos sólidos no Brasil

A geração de resíduos num país está diretamente relacionada com a dinâmica do crescimento populacional, com a escala do Produto Interno Bruto e com o grau de urbanização (Campos, 2012). Outras variáveis que afetam a geração de resíduos são os hábitos de consumo ampliados e a expansão desordenada das cidades (Ministério do Meio Ambiente, 2022). A humanidade gera em torno de 2 bilhões de toneladas de RSU por ano (Kaza, 2018). O Brasil contribui com cerca de 4% desse total. Segundo a Abrema (2023), o Brasil produziu 77,1 milhões de toneladas de RSU em 2022; cada brasileiro gerou, em média, 1,04 quilo/dia de resíduos sólidos, num total de 211 mil toneladas por dia.

Os municípios brasileiros enfrentarão um desafio enorme nos próximos anos: adotar uma solução adequada para destinar os seus RSU. Apesar de a cobertura da coleta dos RSU alcançar percentagens elevadas no país como um todo (em média 93%) (Abrema, 2023), as situações de município a município são muito desiguais nas etapas de tratamento e disposição final. Nos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, os índices de coleta são superiores a 94%; nos estados do Nordeste e Norte, os índices são inferiores a 83%.

A etapa de tratamento dos resíduos sólidos é a mais precária e revela as maiores desigualdades. Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares, apenas seis capitais têm taxa de recuperação de recicláveis secos acima de 2% (Brasil, 2022), ou seja, a quase totalidade dos RSU gerados no Brasil não têm qualquer aproveitamento e são encaminhados diretamente para disposição final em aterros. Ainda no Planares, verifica-se que, da fração de resíduos orgânicos, correspondente a 45,3% dos RSU no país (Brasil, 2022), menos de 0,5% é encaminhado para o devido tratamento biológico (compostagem, em sua maioria, ou biodigestão anaeróbica, mais raramente). Ainda não existem iniciativas de porte no país para gerar energia a partir dos resíduos (*waste to energy* – WTE).

Os dados sobre a disposição final dos RSU revelam outra situação grave: 39% dos RSU coletados no país são enviados para lixões e aterros controlados (Abrema, 2023) que, na verdade, devem ser considerados "lixões maquiados". Cerca de 3.000 lixões continuam a operar ilegalmente em todas as regiões do país (Abrelpe, 2022). Isso significa a destinação ambientalmente inadequada dos resíduos de aproximadamente 71% dos municípios brasileiros, que sofrem os graves impactos ambientais, econômicos e sociais oriundos dessa prática inadequada.

No aspecto social, pensar sobre a problemática dos RSU no Brasil exige levar em consideração a existência de aproximadamente 800 mil catadores de materiais recicláveis (Ipea, 2012). Eles trabalham em condições indignas, perigosas e insalubres, e são sujeitos a acidentes, doenças e mortes. Os catadores são uma variável importante na equação da política dos resíduos sólidos em praticamente todos os municípios brasileiros e, por isso, devem fazer parte de qualquer solução planejada pelo poder público.

Vemos, portanto, que é preciso melhorar a gestão dos RSU no Brasil para torná-la sustentável. Para tanto, é necessário implantar um manejo adequado, incorporando tecnologias apropriadas às realidades locais, dando preferência a soluções que possam ser compartilhadas por municípios vizinhos. Soluções baseadas na coleta e no transporte para afastar os resíduos devem ser abandonadas. É preciso incluir as etapas de tratamento e disposição final dos resíduos nos planejamentos municipais para evitar a geração de passivos ambientais cada vez maiores.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos

As principais leis federais relacionadas aos RSU são a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, da Política Nacional de Saneamento PNSB; a mencionada Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, da PNRS; e a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, do novo Marco Legal do Saneamento Básico e da Pnea/1999.

Jacobi e Besen (2011) argumentam que desde a Rio-92 o Brasil incorporou novas prioridades à gestão sustentável de resíduos sólidos. Essas prioridades constam na PNRS e influenciam a atuação dos governos, indústrias e sociedade. Garbaccio et al. (2021) acrescentam que a PNRS é fundamentada nos três pilares da sustentabilidade, isto é, reconhece a importância do governo, da indústria e da sociedade na gestão dos RSU e envolve a responsabilidade comum e a necessidade de ações de todos os atores.

Cetrulo et al. (2020) salientam que, ao considerar as fontes geradoras e a variedade dos RSU, uma relação direta entre os resíduos e a sustentabilidade envolve os seguintes aspectos: (i) utilização de recursos naturais; (ii) degradação dos recursos naturais; (iii) justiça ambiental; (iv) e equidade intergeracional. Eles destacam que outros fatores tangenciam a gestão de RSU e a sustentabilidade após a segregação, coleta e triagem deles: (i) prevenção de poluição na disposição final ou tratamento final; (ii) adaptação à economia circular; (iii) eficiência financeira; (iv) interferência no bem-estar humano; e (v) civilidade socioambiental e governança socioambiental democrática e participativa.

A Lei 12.305, em seu artigo 4º, "reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações [...] com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos" (Brasil, 2010). Analisando a realidade da maioria dos sistemas de gestão e gerenciamento de RSU do país, vemos que, mesmo após 13 anos, a efetividade da PNRS ainda é baixa. Há expectativas de avanços no setor, pois a PNRS introduziu a responsabilidade compartilhada da gestão dos RSU, que é o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos RSU. Isso visa minimizar o volume de RSU e rejeitos gerados e reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. Cabe destacar entre os pontos incorporados pela PNRS: (i) a classificação dos RSU quanto à origem; (ii) a criação dos planos nacional, estaduais e municipais de gestão integrada de RSU; (iii) a consolidação da coleta seletiva com a participação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis; (iv) a implantação obrigatória dos sistemas de logística reversa; (v) a proibição da importação de resíduos perigosos e rejeitos; e (vi) a criação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir).

A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, chamada de novo "Marco Legal do Saneamento Básico", criou uma nova perspectiva para atrair investimentos privados, destacando-se a implantação obrigatória de uma política tarifária municipal que gere sustentabilidade financeira para o setor de resíduos. Os serviços de tratamento dos resíduos podem se consolidar usando os recursos gerados pelos pagamentos ao poder público pela limpeza urbana e pelo manejo de resíduos, cuja dívida das prefeituras com as prestadoras de serviço chegava ao total, em 2017, de R$ 10 bilhões (ABLP, 2017) e atualmente deve estar beirando os R$ 20 bilhões.

O Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro 2022, sinaliza avanços, pois regulamentou a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Ele criou (i) o Programa Nacional de Logística Reversa. Ele instituiu também o Programa Coleta Seletiva Cidadã, que determina que os órgãos da administração pública federal devem separar os resíduos sólidos reciclá-

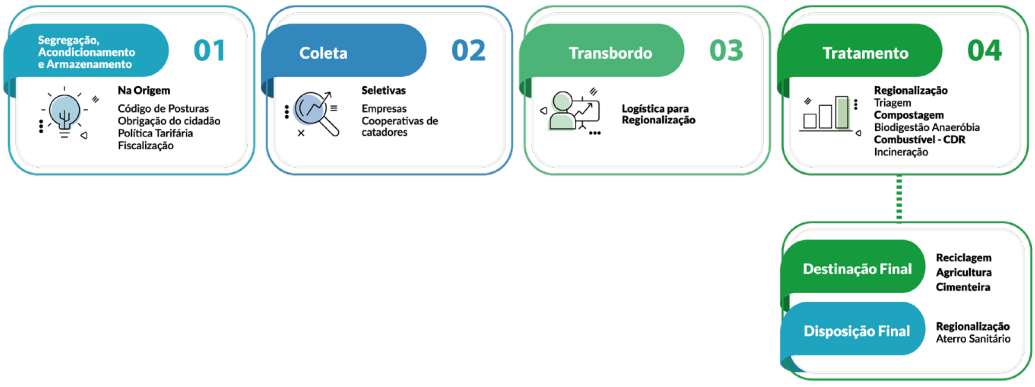
veis e destiná-los a cooperativas de catadores (Brasil, 2022). Ainda em 2022, o Decreto nº 11.043 finalmente instituiu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), incorporando alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Ministério do Meio Ambiente, 2022). Com o intuito de aprimorar a gestão de RSU, o Planares definiu as diretrizes, estratégias, ações e metas a serem adotadas nos próximos 20 anos. Entre as principais metas cabe destacar (i) o fechamento dos lixões e (ii) atingir um índice de 50% de recuperação de resíduos em 20 anos.

É difícil definir a melhor abordagem que um município deve adotar para a gestão de seus RSU, ainda mais com cenários e situações tão díspares pelo país afora. Inicialmente, é necessário incorporar os conceitos de economia circular desde a concepção dos projetos, de forma a maximizar a parcela de resíduos que retornem ao ciclo produtivo após o tratamento, como material reciclado, composto orgânico ou energia. Deve ser incorporado o princípio de que os resíduos podem se tornar facilmente uma grande fonte de receitas para as prefeituras por meio de novas tecnologias de tratamento. Historicamente, os sistemas de limpeza urbana e de manejo de resíduos têm sido deficitários. Em situações específicas, algumas instalações do sistema de gestão de RSU, se administradas eficientemente, podem passar a gerar receitas que reduzirão o déficit gerado pelas despesas do sistema como um todo.

Vale destacar que a PNRS estabelece a seguinte ordem de prioridade no gerenciamento de RSU: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada. Entretanto falta à PNRS a capacidade de propor soluções que atuem na não geração, na prevenção e na redução dos RSU (Gonçalves-Dias; Ghani; Cipriano, 2015).

Planejadores e executores devem examinar todas as etapas da gestão dos RSU de forma a otimizá-las, tanto do ponto de vista operacional como logístico e financeiro. Nesse escalonamento tecnológico (ilustrado na Figura 1), os responsáveis devem inverter a hierarquia prevista na PNRS. A disposição final deve ser a primeira etapa a ser resolvida, com a decisão de fechar todo e qualquer lixão ainda em operação. Essa resolução é fundamental, pois pode evitar ações judiciais, principalmente aquelas oriundas do Ministério Público, que têm ameaçado as prefeituras nesse sentido. Por ser complexa, para além das questões estritamente sanitárias e ambientais, a implantação do sistema de gestão de RSU deve também prever a inclusão socioprodutiva dos catadores localmente atuantes. O MDR disponibiliza detalhes sobre isso no “Roteiro de Encerramento de Lixões” (https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/protegeer/biblioteca/).

Figura 1 – Escalonamento tecnológico para implantação de um sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos



Fonte : Elaboração dos Autores

Com a decisão sobre a disposição final, é preciso: (i) aprovar códigos de posturas municipais que definam regras para segregação, acondicionamento e armazenamento dos RSU pelos munícipes e (ii) otimizar a coleta dos resíduos, com a implantação gradual de coleta seletiva, começando pelas áreas centrais e incorporando paulatinamente outros bairros/setores. A prioridade deve ser dada às etapas de segregação, acondicionamento e armazenamento, que são anteriores à coleta, pois o potencial de aproveitamento dos resíduos depende delas. O papel da educação ambiental é fundamental nessas etapas iniciais, pois se os resíduos não forem devidamente segregados, o tratamento tenderá a ser mais difícil e caro. A segregação consiste na separação dos resíduos em pelo menos três frações: orgânicos, recicláveis secos e rejeitos. O acondicionamento é a etapa que corresponde a "colocar o lixo no saco", pôr os resíduos no interior de invólucros apropriados que garantam a sua estanqueidade, ou seja, usar invólucros que não permitam a passagem de umidade. A etapa de armazenamento consiste em "colocar os sacos de lixo em recipientes estanques, lixeiras ou contêineres" situados em locais adequados até a coleta. É recomendável que o município crie normas para regular essas três etapas, inserindo-as em um código de posturas municipal, para efetivar a fiscalização e a coleta seletiva.

A coleta pode ser efetuada com diversas técnicas e equipamentos específicos: (i) modalidade porta a porta e/ou em pontos de entrega voluntária; (ii) sistemas de coletas convencionais e/ou não convencionais; (iii) caminhões compactadores e/ou em caminhões carroceria/baú. Podem ser incorporados sensores, como GPS, câmeras e células de carga, com técnicas computacionais (softwares), para otimizar as rotas de coleta, evitar desperdícios, reduzir emissões de gases de efeito estufa e gerar economia financeira para o sistema. A adoção de sistemas híbridos, aplicando um modelo em algumas partes da coleta e outro modelo em outras partes, tem gerado bons resultados (Vu, 2020; Zsigraiova, 2012), mas depende de um planejamento minucioso. A PNRS consolidou a inclusão das cooperativas de catadores como prestadores de serviços de coleta seletiva; a contratação delas pode ser feita com dispensa de licitação.

Depois de solucionada a disposição final e iniciado o planejamento das etapas iniciais de segregação, acondicionamento, armazenamento e coleta para todos os resíduos e todas as fontes, chega o momento de planejar o tratamento. A maioria das tecnologias de tratamento não tem viabilidade financeira se for concebida para lidar com os RSU gerados por pequenos contingentes populacionais. É necessário buscar soluções regionais para racionalizar os esforços, os profissionais e os custos e, dessa forma, gerar economia de escala, viabilizando um modelo sustentável para a operação dos serviços. Cabe então analisar a possibilidade de instalar estações de transbordo em municípios pequenos para armazenar temporariamente os seus resíduos e encaminhá-los periodicamente para tratamento em uma unidade de tratamento regional, que atenda pelo menos 150.000 habitantes.

A etapa de tratamento pode prever arranjos tecnológicos de acordo com as seguintes opções internacionalmente reconhecidas: (i) recuperação ou valorização secundária de materiais (triagem/reciclagem); (ii) tratamento biológico da matéria orgânica (compostagem ou biodigestão anaeróbia); e (iii) tratamento térmico (combustível derivado de resíduos – CDR ou incineração). A tecnologia de tratamento deve atender aos critérios sanitários e ambientais do local e, de preferência, prever a redução do volume a ser encaminhado para a disposição final em aterro sanitário.

Os planos devem prever ainda o aproveitamento dos resíduos recicláveis secos que tenham mercado local (plásticos, papel, papelão, vidros e metais), implantando unidades de triagem manual (em locais com populações pequenas) ou mecanizada (em cidades com 100 mil habitantes ou mais). A coleta seletiva dos recicláveis secos tem o potencial de aumentar a efetividade da triagem. De forma análoga à coleta seletiva, é recomendado incluir as cooperativas de catadores como prestadores de serviços nessa etapa de triagem.

A retirada dos recicláveis "comercializáveis" potencializa o aproveitamento da fração de resíduos orgânicos. Cabe adotar as técnicas mais simples de compostagem (método Lages). Esse método é mais efetivo para resíduos orgânicos segregados na fonte, provenientes de coleta seletiva. A sua descentralização pode ser incentivada pelo município, com o fornecimento de composteiras individuais para as residências e/ou o fornecimento de composteiras coletivas a serem instaladas nos bairros.

As tecnologias de tratamento térmico (CDR e incineração) geralmente são inviáveis financeiramente em regiões com pequeno contingente populacional. A viabilidade de operação de um incinerador depende de ele receber resíduos de, pelo menos, uns 750 mil habitantes. A viabilidade de produzir os CDR depende da existência de indústrias vizinhas (a até 200 km de distância) que possam utilizá-los em seus fornos, principalmente cimenteiras e cerâmicas. Podem ser considerados como CDR os rejeitos dos processos de reciclagem ou compostagem com alto poder calorífico (conteúdo energético).

Quando o município implantar o novo arranjo tecnológico, o monitoramento de indicadores que indiquem a necessidade de manutenção mais profunda e otimizem cada um dos processos implantados garantirá a sustentabilidade do sistema local de gestão de RSU. Os responsáveis devem buscar as inovações tecnológicas que flexibilizem as soluções operacionais.

O papel da educação ambiental na gestão dos resíduos

O panorama da questão dos resíduos e a complexidade da sua classificação são preocupantes, principalmente por causa da exacerbação do consumo e da quantidade de resíduos gerados per capita, que cresce aceleradamente e torna necessário um sistema de gestão integrada desde a coleta até a disposição final, diariamente, em todo o país. Segundo Gobira *et al.* (2017), a Política Nacional de Educação Ambiental (Pnea), por estar vinculada à Política Nacional do Meio Ambiente, se articula também com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A educação ambiental desempenha um papel essencial na PNRS ao sensibilizar a população sobre a importância de não gerar resíduos, além de incentivar a redução, reutilização e reciclagem.

A Pnea define no seu Art. 1º a educação como:

> *[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sustentabilidade (Brasil, 1999, art. 1o).*

A Pnea prevê a interação entre educadores ambientais, entidades e sociedade civil. Por meio do diálogo, todos podem se tornar protagonistas na luta por um planeta mais saudável e com melhor qualidade de vida. A EA deve fomentar todo o processo de formação, de mobilização e de participação da sociedade no sistema de gestão integrada de resíduos para que haja uma mudança cultural na qual as pessoas sejam protagonistas, agentes ambientais engajados na coleta seletiva dos resíduos e motivadoras de outras pessoas. É preciso aliar a EA à gestão ambiental urbana, mostrando a importância da responsabilidade compartilhada e da interligação entre os diversos atores sociais envolvidos no sistema.

O entendimento acerca da EA se amplia na medida em que ela deixa de ser apenas um instrumento de conscientização sobre os problemas ambientais e se constitui como meio de participação ativa e crítica dos cidadãos na formulação e efetivação de resoluções (Jacobi, 2003). Não é suficiente ter apenas o conhecimento. É preciso ter também a formação e desenvolver atitudes para resolver os problemas socioambientais.

Desse modo, a EA busca promover o exercício da cidadania e a democracia participativa (Jacobi, 2003). Para alcançar esse objetivo, não basta apenas a consciência da necessidade de preservar e conservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, uma vez que a EA faz parte de um processo muito maior, imbricado na relação humanos/natureza. Assim, há também a necessidade da participação crítica e reflexiva, a partir da formação de conhecimentos capazes de promover a transformação da realidade na qual as populações estão inseridas, por meio da união de elementos ambientais, econômicos, sociais e políticos.

Há, portanto, um tripé que sustenta as várias ações em EA na gestão de resíduos: (i) reduzir o consumo e, consequentemente, a geração de resíduos; (ii) reutilizar o que for possível; e (iii) reciclar, destinando às cooperativas de catadores os materiais recicláveis. É um processo contínuo e permanente.

Considerações finais

Os custos e a gigantesca dimensão dos problemas gerados pelos RSU no meio ambiente extrapolam a capacidade de ação isolada do poder público. A tarefa exige a ação conjunta entre poder público, mercado e sociedade civil organizada, enfim uma verdadeira mobilização e transformação social.

Para que haja sustentabilidade na gestão dos resíduos, é fundamental criar linhas de financiamento que viabilizem o investimento na infraestrutura necessária para construir uma rota tecnológica apropriada para cada região e implantar políticas tarifárias adequadas para manter os sistemas implantados. O Brasil precisa sair do baixo patamar de reciclagem em que estacionou há mais de 20 anos e partir para reduzir o aterramento e adotar metas próximas às médias internacionais. Vergonhosamente, o patamar gira em torno de 2% da massa de RSU. Além disso, é necessário mudar de paradigma e de padrões de produção e consumo, o que representa um enorme trabalho de EA dentro de um sistema de gestão compartilhada, articulando os diferentes atores sociais, apontando um caminho para redução, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos e otimizando a vida útil dos aterros sanitários remanescentes. O trabalho de implantação de um sistema de gestão de resíduos é um grande passo de educação, cidadania, respeito ao meio ambiente, solidariedade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

» ABLP. Receita específica para a limpeza urbana, uma discussão inadiável. Revista Limpeza Pública, São Paulo, n. 96, p. 4-29, jan./mar. 2017.

» ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2022. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/. Acesso em: dez. 2024.

» ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2023. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf. Acesso em: dez. 2024.

» ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. Resíduos sólidos. Classificação. Ed. ABNT, São Paulo, 2004.

» BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF.

» BRASIL. Lei nº 12.305, de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF.

» BRASIL. Decreto nº 10.936, de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF.

» BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Manual para Fornecimento de Dados e Informações no Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir). 2022. Disponível em: http://www.sinir.gov.br. Acesso em: 12 dez. 2022.

» BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico]. FRANÇA, A. L. F. et al. (Coord.) Brasília, DF: MMA, 2022.

» BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Tipos de Resíduos: quanto à origem. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir). 2021. Disponível em: https://www.sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/. Acesso em: 17 dez. 2022.

» CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

» CETRULO, N. M. et al. Solid waste indicators in local sustainability assessment: a literature review. Ambiente & Sociedade, v. 23, p. e00283, 2020.

» GARBACCIO, G. L.; KROLIK, C.; MARTINS DE ARAÚJO, L. Desenvolvimento sustentável: políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil. Revista Brasileira de Direito, v. 16, n. 1, p. 1, 2021.

» GOBIRA, A.; CASTILHO, R. A.; VASCONCELOS, F. Contribuições da Educação Ambiental na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista Eletrônica PPGEA/FURG, v. 34, p. 57-71, jan./abr. 2017.

» GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; GHANI, Y. A.; CIPRIANO, T. A. R. P. Discussões em torno da prevenção e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ciência e Sustentabilidade, v. 1, n. 1, p. 34, 2015.

» INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Diagnóstico sobre Catadores de Resíduos Sólidos: relatório de pesquisa. 2012. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_catadores_residuos.pdf. Acesso em: 07 dez. 2024.

» JACOBI, P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, 2003.

» JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.

» KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. Urban Development. Washington, DC: World Bank, 2018.

» VU, H. L. et al. Interactions of residential waste composition and collection truck compartment design on GIS route optimization. Waste Management, v. 102, p. 613-623, 2020.

» ZSIGRAIOVA, Z.; SEMIAO, V.; BEIJOCO, F. Operation costs and pollutant emissions reduction by definition of new collection scheduling and optimization of MSW collection routes using GIS. The case study of Barreiro, Portugal. Waste Management, v. 33, n. 4, p. 793-806, 2013.

16. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Fernando Paiva Scardua[1]
Alexandre Strapasson[2]

Resumo

Este capítulo apresenta um breve histórico do uso de diferentes fontes de energia no mundo e seus respectivos conceitos. Inicialmente, traçamos um paralelo entre o desenvolvimento civilizatório e o uso de diferentes recursos energéticos e os seus impactos socioambientais. Em seguida, discutimos a "transição energética", de um modelo baseado em combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão mineral, para um modelo baseado em fontes renováveis, como as energias solar, eólica, hidráulica, biomassa, geotérmica e oceânica. Por fim, apresentamos o status do uso desses recursos energéticos no Brasil, os caminhos trilhados e os desafios futuros em face das mudanças climáticas. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Quais foram os principais marcos históricos da energia?; (ii) Como distinguir as diferentes fontes de energia renovável e não renovável?; e (iii) Quais são os principais desafios da transição energética para uma economia de baixo carbono?

Breve história da energia no mundo

A história da humanidade está estreitamente ligada à questão energética. Os primeiros hominídeos procuravam alimentos para obter a energia necessária à sua sobrevivência. A dominação do fogo, proveniente da combustão da biomassa, foi um passo crucial que melhorou a segurança dos locais de repouso, a cocção dos alimentos e o conforto térmico. Com o desenvolvimento de ferramentas primitivas, os seres humanos conseguiram obter mais energia que, aliada ao aprimoramento da fala, possibilitou a formação de núcleos populacionais relativamente estáveis e maiores. O desenvolvimento contínuo das habilidades humanas, a passagem do extrativismo para o cultivo agrícola e a domesticação de animais representaram mais um salto tecnológico em termos de obtenção e uso de energia (Hémery, 1993; Martin, 1992).

Os seres humanos começaram, então, a ter um excedente de energia, que permitia usar o tempo para outras atividades, que não apenas a busca por alimentos. A principal fonte de energia era a biomassa, seja na forma de alimento para consumo humano e animal, seja na forma de lenha para aquecimento e cozimento. O uso da energia animal para tração foi outro passo fundamental para o desenvolvimento agrícola de várias civilizações. Outras fontes de energia utilizadas foram os moinhos de vento e as rodas-d'água, sobretudo para o processamento de grãos, como trigo, cevada, arroz e aveia. O maior domínio do uso da energia contribuiu para o crescimento das cidades e das primeiras atividades manufatureiras. No caso da Europa, a partir do século XV, com o início das grandes navegações, houve um aumento da demanda por lenha, carvão vegetal e madeira para a construção de embarcações. Com isso, houve uma crescente escassez de biomassa nas cercanias das cidades e de áreas portuárias.

1 Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares, Universidade de Brasília
2 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

O surgimento das primeiras máquinas a vapor na Inglaterra, no início do século XVIII, ampliou a demanda por biomassa para fins energéticos, para uso tanto em locomotivas e motores de embarcações quanto em fábricas de tecelagem e siderurgias, elevando ainda mais os preços locais da lenha e do carvão vegetal. Isso levou a uma rápida expansão da produção e uso do carvão mineral, marcando não apenas o início da Revolução Industrial (Hémery, 1993; Martin, 1992; Smil, 2017; Yergin, 2020), mas também da chamada "primeira transição energética", iniciada na Europa, mas com repercussão internacional. Posteriormente, o descobrimento dos primeiros campos de petróleo, no final do século XIX, e, em seguida, do gás natural, marcou o início da "segunda transição energética". Essa transição levou a humanidade a um grande salto de progresso econômico e desenvolvimento tecnológico, incluindo o surgimento de novas fontes energéticas, como a energia nuclear e, mais recentemente, o gás de xisto ou folhelho (*shale gas*). Como resultado, a sociedade moderna se tornou cada vez mais dependente de fontes energéticas não renováveis, principalmente do carvão mineral e do petróleo, com fortes impactos na geopolítica mundial e nas emissões de gases de efeito estufa (GEEs).

Nas últimas décadas, começa a surgir em âmbito internacional uma maior conscientização sobre os aspectos ambientais das modificações da matriz energética global e seus impactos sobre o clima e a biodiversidade. Isso fez com que a humanidade começasse a discutir mais seriamente os limites do seu crescimento e dos seus padrões de produção e consumo. Essa nova era aponta para a busca de um novo modelo de desenvolvimento, marcado por uma menor dependência de combustíveis fósseis e uma maior participação de fontes renováveis. Dessa forma, estamos passando por uma "terceira transição energética", baseada em uma economia de baixa emissão de carbono, uma vez que os combustíveis fósseis são os maiores responsáveis pelas emissões globais de GEEs.

Há, portanto, um modelo vigente desalinhado com a sustentabilidade planetária. Os novos limites propostos para o modelo antropocêntrico de crescimento e desenvolvimento sugerem um novo capítulo a ser escrito daqui para a frente, que dependerá de uma completa revisão do paradigma atual e da forma como a sociedade se insere no ambiente, respeitando a resiliência[3] e homeostasia[4] do planeta que a acolhe. Na próxima seção, avaliamos os principais conceitos e fontes de energia. Em seguida, tratamos dos desafios e oportunidades do Brasil para realizar a transição de um modelo de produção e consumo de energia baseado em combustíveis fósseis para um outro baseado em fontes modernas de energia renovável.

Principais conceitos e fontes de energia

A energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho mecânico (por exemplo, um movimento retilíneo, uma rotação ou expansão) ou térmico (por exemplo, a elevação da temperatura de um sólido, líquido ou gás). A energia pode ser convertida em diferentes formas, de mecânica para elétrica, de química para térmica e assim por diante. Mantido o atual ritmo de crescimento populacional e econômico, a humanidade precisará de mais energia para o seu desenvolvimento e subsistência, uma vez que a energia está presente em todos os setores da economia. O seu uso se dá desde os processos de produção, transporte e armazenamento de alimentos até a criação de produtos industriais de última geração e o transporte de pessoas e mercadorias. A energia é, portanto, um insumo básico para a produção de bens e serviços, substituindo a força motriz oferecida tradicionalmente pelos humanos e animais.

3 Capacidade de um sistema qualquer de resistir a uma determinada alteração ou impacto externo.

4 Capacidade interna de um sistema qualquer de manter uma determinada condição de equilíbrio. No caso do planeta Terra, esse equilíbrio é dinâmico (e não estático).

A energia pode ser obtida de diferentes fontes (eólica, solar, hidráulica, biomassa, petróleo, gás, carvão, nuclear, entre outras) e apresentar-se sob diferentes formas, como energia química, energia mecânica, energia térmica, radiação eletromagnética, energia nuclear e energia elétrica. A energia pode estar prontamente disponível na natureza (energia primária), mas também pode exigir processos de transformação até o seu uso final. As principais fontes de "energia primária" são as hidrelétricas, o petróleo, o gás natural, o carvão mineral, o minério de urânio, a biomassa, a energia eólica e a energia solar. A "energia secundária" é obtida por diferentes centros de transformação (centrais elétricas, refinarias e destilarias). São exemplos de energia secundária a gasolina, o diesel e o querosene, que derivam do petróleo, a eletricidade obtida pela geração hidroelétrica ou termelétrica, entre outras. A energia secundária é destinada a diversos setores de consumo ou, eventualmente, a outro centro de transformação, tornando-se nesse caso "energia terciária", e assim por diante. A "energia final", por sua vez, é definida como a energia disponibilizada para consumo em diferentes setores, seja com base em fontes primárias, secundárias ou terciárias. Já a energia efetivamente convertida à finalidade desejada (aquecimento, calor de processo, iluminação, força motriz, etc.) chama-se "energia útil". Cada processo de conversão apresenta perdas na forma de calor, deformação de materiais, som e aumento de entropia do sistema.

Portanto, para atender à crescente demanda energética e aos diversos usos finais envolvidos, é preciso utilizar uma variedade de fontes de energias renováveis, se esse atendimento tem a ambição de ser sustentável. Cada fonte de energia apresenta uma característica, inclusive em termos de disponibilidade e estoque, portanto, a complementariedade de fontes reduz o risco de falta de abastecimento, seja de combustíveis, seja de eletricidade. As energias renováveis são aquelas provenientes de processos cíclicos em uma escala temporal humana, ou seja, em períodos curtos (dias, anos ou décadas) e não em escalas geológicas, como os combustíveis fósseis. São exemplos de fontes renováveis: biomassa, hidroelétrica, energia das marés, geotérmica, solar, bioenergia e eólica. São exemplos de fontes não renováveis: os combustíveis fósseis, tais como carvão mineral, petróleo, gás natural, gás de xisto e os seus derivados, e a energia nuclear (fissão e fusão). Cabe observar que o hidrogênio é uma fonte secundária de energia, ou seja, ele precisa de outra fonte para ser produzido na forma de H_2, podendo essa fonte ser fóssil, como o gás natural, ou renovável, por exemplo, a partir da eletrólise da água, utilizando-se de eletricidade renovável, ou do hidrogênio contido na biomassa.

Segue uma breve descrição das principais fontes renováveis:

- **energia solar:** *pode ser obtida pela conversão da radiação solar em corrente elétrica, por meio do efeito fotovoltaico, obtido por painéis solares, utilizados tanto em sistemas isolados (necessitando de baterias) ou conectados à rede elétrica, incluindo residências, comércios e usinas de geração (parques solares, em terra ou flutuantes). Há um outro sistema de energia solar, chamado heliotérmico (ou energia solar concentrada), baseado na reflexão da radiação solar, por meio de espelhos, em direção a um coletor térmico, para aquecimento de um fluido (por exemplo, sal fundido), que transfere calor a um sistema de turbinas a vapor, gerando eletricidade. Ademais, a energia solar pode ser utilizada para aquecimento direto de água, por meio de painéis solares térmicos, nos quais não há corrente elétrica envolvida, mas, sim, uma superfície escura na qual uma serpentina faz circular a água em seu interior, que é posteriormente acumulada em um reservatório termicamente isolado, para usos diversos.*

• **energia eólica:** *é obtida por meio da utilização de geradores eólicos, que convertem a energia cinética presente nos ventos em eletricidade, por meio do movimento de rotação das pás, que acionam um rotor e um gerador interno. Há sistemas eólicos tanto em terra (onshore) quanto em mar (offshore), com geradores ancorados no leito marinho ou em plataformas flutuantes. Ademais, têm sido desenvolvidas tecnologias que associam a geração eólica à produção de hidrogênio verde, a partir da eletrólise da água.*

• **bioenergia:** *consiste na utilização da energia química presente em materiais orgânicos (biomassa de vegetais ou animais), originalmente obtida da radiação solar, por meio da fotossíntese. São exemplos: a lenha, o carvão vegetal, os pellets de madeira (para geração de eletricidade), o bagaço de cana-de-açúcar (para cogeração de energia em biorrefinarias) e a fermentação anaeróbia de resíduos para produzir biocombustíveis líquidos e biogás. No caso dos biocombustíveis, destaca-se o etanol, que pode ser obtido, por exemplo, a partir da sacarose da cana-de-açúcar, do amido de milho ou de materiais lignocelulósicos presentes em plantas e resíduos de biomassa em geral. Já o biodiesel se baseia na conversão de óleos vegetais (ou gorduras animais) em um éster, que pode ser misturado ao diesel. O hidrogênio pode ser usado em óleos vegetais, produzindo o chamado óleo vegetal hidrotratado (hydrotreated vegetable oil – HVO), que tem características similares ao diesel, e combustíveis sustentáveis de aviação (sustainable aviation fuels – SAF), como o bioquerosene. Algas também podem ser usadas para produção de biocombustíveis.*

• **hidráulica:** *é obtida por meio de usinas hidrelétricas, que utilizam a energia potencial da água armazenada em um reservatório, por meio da construção de uma barragem. Atualmente, existem usinas reversíveis, que bombeiam água para um reservatório mais alto, para uso futuro em períodos de escassez de suprimento. Além disso, há as chamadas usinas fio-d´água, que usam a energia cinética contida no fluxo dos rios, sem exigir a construção de grandes barragens.*

• **geotérmica:** *trata-se de energia baseada na transferência de calor presente no subsolo. Há dois sistemas principais. O primeiro funciona à base da injeção de água em aquíferos de alta temperatura, presentes em países como Islândia, Estados Unidos, Indonésia e Filipinas, Quênia, entre outros. Essa água retorna à superfície aquecida, alimentando um sistema de geração elétrica ou fornecendo aquecimento direto. O segundo sistema consiste em bombas de calor geotérmicas que utilizam a circulação de água em uma serpentina enterrada no solo (ou imersa em um rio ou lago). Após aquecida (ou resfriada), a água circulante retorna a um ambiente externo construído, como uma casa, aquecendo (ou esfriando) a edificação por meio de um radiador.*

• **energia dos oceanos:** *há várias formas de obter energia a partir dos oceanos. Os principais exemplos são: (i) energia maremotriz, que utiliza a variação das marés para acionar um sistema de geradores; (ii) energia de correntes oceânicas, que utiliza geradores submersos; (iii) energia do delta dos rios; e (iv) energia das ondas, captada por longas estruturas flutuantes que movimentam um sistema interno de geradores.*

Os recursos energéticos estão distribuídos de forma desigual pelo globo terrestre, de maneira muitas vezes discrepantes com a dimensão territorial e a economia dos países e das suas populações. Essas variações são importantes para compreender os desafios dos governos para prover energia na quantidade e qualidade necessárias, a um preço justo e em uma perspectiva de redução de emissões de GEE, que exige mudanças das matrizes energéticas de todos os países. Além disso, muitas fontes renováveis utilizadas para a geração elétrica, como a energia solar e eólica, são intermitentes, ou seja, não geram energia o tempo todo.[5] Isso requer que o sistema seja complementado (i) com fontes mais "despacháveis", ou seja, fontes que possam ser prontamente acionadas, quando necessário, por exemplo, por meio de termelétricas, ou então (ii) com sistemas de armazenamento, como baterias e reservatórios de água. A melhor integração, tanto dos sistemas de transmissão quanto de distribuição (redes inteligentes ou *smart-grids*), pode atenuar efeitos de instabilidade no suprimento de eletricidade. Cabe destacar que a demanda de eletricidade também varia ao longo do dia e do ano.

O crescimento econômico buscado por diferentes países tem promovido uma corrida pelo controle e desenvolvimento de diferentes fontes de energia, bem como a busca por alternativas para substituição dos combustíveis fósseis, sem comprometer a segurança energética. Dessa forma, esses países tentam ser autossuficientes e reduzir a sua dependência de recursos energéticos provenientes de outros países.

Além da substituição de fontes fósseis por renováveis, a demanda de energia pode ser reduzida por meio de práticas de conservação e eficiência energética. A conservação de energia se refere à economia da energia mediante mudanças em padrões de produção e consumo, reduzindo desperdícios. Já a eficiência energética se refere à melhoria dos processos de conversão de energia em equipamentos e sistemas, incluindo estratégias de melhor alocação de fontes de acordo com o uso final desejado. Uma lâmpada de LED, por exemplo, tem maior eficiência na conversão de energia elétrica em radiação luminosa do que uma lâmpada incandescente, que converte a maior parte da eletricidade em energia térmica, mais aquecendo do que iluminando o ambiente. A eficiência energética tem sido estimulada por meio de programas de governo, voluntários ou obrigatórios, que buscam melhorar o desempenho dos processos de conversão. Ademais, pode-se falar em "uso racional da energia", a fim de contemplar ambos os aspectos, conservação e eficiência energética, muitas vezes tidos como sinônimos, enfatizando-se, também, a importância de mudanças comportamentais da população.

Caminhos da energia no Brasil

Os períodos pré-colonial e colonial brasileiros foram marcados pelo uso de biomassa, principalmente a lenha. Mais tarde, outras fontes de energia passaram a compor a matriz energética brasileira, acompanhando as mudanças trazidas do exterior pela Revolução Industrial. Para fins didáticos, dividiremos esse breve histórico em dois grandes grupos, o setor elétrico e o setor de petróleo, gás e biocombustíveis, seguidos por uma discussão sobre a matriz energética atual.

5 Energia intermitente é um termo utilizado para designar uma fonte de energia que apresenta interrupções no processo de geração elétrica. A energia eólica, por exemplo, depende de presença de ventos suficientes, já a solar, da disponibilidade de radiação solar, que pode variar a depender da estação do ano, da presença ou ausência de nuvens, assim como estar inoperante durante a noite.

Evolução do setor elétrico

Os primeiros registros sobre a implantação da indústria brasileira de eletricidade datam do fim do século XIX, sobretudo a partir da Constituição de 1891, que passou a reger o setor de energia. Inicialmente, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), incluindo mini e microusinas, serviram parte do setor agrícola. Em seguida, a eletricidade foi aplicada à iluminação pública, primeiramente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (Gonçalves, 2009).

Ainda entre 1890 e 1900, houve a instalação de várias pequenas usinas, sobretudo de geração hidrelétrica, voltadas ao atendimento das demandas de iluminação pública, mineração, beneficiamento de produtos agrícolas (como o café) e indústrias têxteis e serrarias. Mesmo assim, a capacidade instalada de geração era reduzida (Gomes *et al.*, 2002). Esse período foi caracterizado pelo monopólio privado do setor elétrico. Posteriormente, houve uma alternância de períodos de maior e menor presença do Estado, culminando com a crescente estatização do setor no período de 1945 a 1962, consolidada entre 1962 e 1995, na forma de um setor verticalizado, abrangendo desde a geração e a transmissão até a distribuição de eletricidade. Esse período também foi marcado pelo elevado endividamento do Estado brasileiro, por causa da construção de grandes usinas geradoras e outras obras de infraestrutura, o que culminou com baixos níveis de investimento em novas usinas, levando a uma revisão e reforma do setor elétrico.

A década de 1990 testemunhou a criação de um novo modelo de gestão pública, em que o Estado cumpre um papel mais gerencial e menos empreendedor. Foram criadas instituições específicas para tratar da gestão do setor elétrico, como a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), haja vista que o Estado começou a privatizar diversas empresas do setor. O argumento-base era que a privatização ajudaria a ampliar a oferta de energia, baratear as tarifas e universalizar o direito de acesso a ela. No entanto, essa reforma não teve o sucesso almejado, uma vez que problemas econômicos, regulatórios e financeiros não foram suficientemente contornados, culminando em apagões e um racionamento nacional de energia, em 2001. Isso levou a uma nova revisão do modelo de gestão, ainda com forte presença estatal, mas que passou gradualmente por novas privatizações, sobretudo em anos recentes, envolvendo, também, a maior empresa de energia elétrica do país, a Eletrobras.

Evolução do setor de petróleo, gás e biocombustíveis

O setor de petróleo no Brasil também tem um histórico que remonta ao século XIX, com a descoberta das primeiras jazidas. A primeira referência sobre extração de petróleo no Brasil é de 1864, quando o governo imperial autorizou o inglês Thomas Denny Sargnet a extrair turfa, petróleo e outros minerais na comarca de Camamu e Ilhéus (Bahia) por 90 anos (ANP, 2022). Em 1930, com a descoberta de uma lama preta com características semelhantes às do petróleo, nas proximidades de Lobato, na Bahia, começou um novo período da história do petróleo no Brasil. Em 1938, é criado o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), que passou a normatizar o setor. Em 1939, ocorreu a descoberta do primeiro campo de petróleo em Lobato, seguido por novas descobertas na mesma região, ainda que todos em pequena escala. Ao final da década de 1930, o país já detinha três pequenas refinarias, com capacidade de processar 1.650 barris/dia, uma no estado de São Paulo e duas no estado do Rio Grande do Sul (ANP, 2022).

Essas descobertas foram precursoras da necessidade de criação de um órgão estatal para tratar da exploração do petróleo. Em 1953, é criada a empresa "Petróleo Brasileiro S.A." (Petrobras). Com a instalação das primeiras fábricas de automóveis e a gradual industrialização do Brasil, a Petrobras passou a ter uma função cada vez mais estratégica. Em 1968, a empresa passou a prospectar petróleo na costa brasileira (*offshore*) e, em 1974, descobriu grandes campos na Bacia de Campos, litoral do Rio de Janeiro. Esses campos formaram a maior reserva de petróleo do país até as recentes descobertas na camada pré-sal do leito oceânico, em águas profundas. No final da década de 1990, o setor de petróleo e gás passou por novas transformações com a quebra do monopólio da Petrobras, a criação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a gradual abertura do mercado de petróleo ao investimento privado.

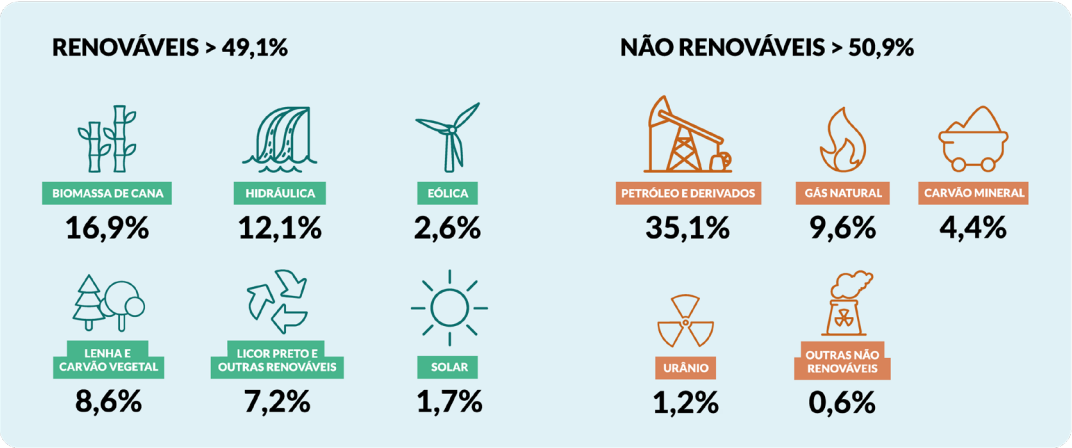
Paralelamente ao avanço do setor de petróleo e gás, em 1975, o Brasil criou o Proálcool, um programa de produção e uso de etanol em larga escala em veículos. Seu objetivo foi reduzir a dependência brasileira de importação de petróleo. Foi uma resposta do país ao primeiro choque internacional do petróleo, ocorrido em 1973, seguido por um segundo choque, em 1979. O consumo de etanol avançou muito nas últimas décadas, com o surgimento dos veículos bicombustíveis (*flex fuel*). Além disso, o Brasil tem um programa de biodiesel e de pesquisa em novos biocombustíveis, como o etanol de segunda geração (ou etanol lignocelulósico) e o bioquerosene.

Situação atual do setor energético nacional

A matriz energética brasileira é muito diferente da média mundial. Enquanto no Brasil as fontes renováveis representam cerca de 49,1% da oferta total de energia primária (Figura 1), no mundo a proporção média é de aproximadamente 14,7% (EPE, 2024). Por outro lado, nas últimas décadas esse percentual pouco foi alterado no Brasil, uma vez que o país ampliou a sua capacidade instalada de fontes renováveis, mas também de fósseis, incluindo um consumo crescente de diesel no transporte rodoviário de carga e gás natural na geração termelétrica. Enquanto isso, vários países com matriz energética historicamente mais dependente de fontes fósseis vêm acelerando a transição para fontes renováveis.

A oferta de energia interna no Brasil atingiu 314 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo) e a oferta de energia elétrica foi de 723 TWh (terawatt-hora), enquanto a capacidade instalada total disponível foi de 226 GW, em 2023 (EPE, 2024). O consumo de energia gerada por todos os diferentes tipos de fontes tem crescido ao longo dos anos, com exceção da lenha, que tem sido substituída por outras fontes. Há ainda um longo caminho para o Brasil chegar a uma matriz com emissão líquida zero de GEEs. Para isso, será necessário um grande esforço nacional, incluindo regras mais claras e medidas político-regulatórias consistentes, com respeito às comunidades locais potencialmente afetadas pelos projetos de expansão, sobretudo no caso de povos indígenas, comunidades quilombolas e ribeirinhas.

Figura 1 – Oferta interna de energia no Brasil por modalidade – situação em 2023



Fonte: EPE (2024), ano-base 2023

Considerações finais

O setor de energia tem a característica de ser transversal a todas as políticas públicas, dado que afeta e é afetado pelas diversas políticas setoriais. Assim, o seu planejamento deve levar em conta a previsão de crescimento da população e dos diversos setores da economia, bem como aspectos sociais, culturais e ambientais. O seu planejamento tem que ser pautado pela demanda agregada desses fatores, o que implica um crescimento da oferta de energia ao longo dos anos. O crescimento de um país está atrelado à oferta de energia prontamente disponível para atender a uma demanda crescente. O risco de falta de suprimento de energia pode afetar seriamente a economia e a sociedade como um todo. A incidência de apagões e frequentes interrupções de suprimento de energia impactam o funcionamento de hospitais, supermercados, trens, metrôs, transporte rodoviário, fábricas, comércio, agroindústria, telecomunicações, entre outros segmentos. Portanto, a segurança energética é um aspecto central na política de qualquer nação.

Por outro lado, é possível reduzir a demanda sem perda de qualidade, por meio do uso racional da energia. Além disso, os setores chamados energo-intensivos (indústrias de ferro e aço, de papel e celulose, de cimento, entre outros) apresentam elevado consumo de energia por unidade de produto gerado, quando comparados a outros setores. Portanto, com o desenvolvimento do país, a intensidade energética[6] tende a diminuir, fazendo com que o aumento da oferta de energia não precise ocorrer na mesma proporção que ocorria anteriormente. Apesar disso, a oferta de energia ainda tende a aumentar. Esse fenômeno é mundial e ocorre em todos os países que estão se desenvolvendo economicamente. O Brasil tem uma previsão de crescimento em torno de 3,5% a.a., o que acarreta a necessidade de praticamente duplicar a atual capacidade instalada de energia nos próximos 20 anos, muito embora a relação entre crescimento da oferta de energia e PIB nem sempre siga a proporção de 1:1. A questão que se impõe é como atender à crescente demanda por energia de forma competitiva, socialmente justa e com o menor impacto ambiental possível.

6 A intensidade energética de um país é medida pela divisão do consumo de energia pelo seu produto interno bruto (PIB).

A transição para uma matriz energética de baixo carbono é outra questão central da política energética. O Brasil tem vastos potenciais de expansão energética por meio de fontes renováveis, sobretudo a bioenergia, o hidrogênio verde e as energias solar e eólica. Tem ainda a disponibilidade de minerais estratégicos para essa transição. O país pode se tornar uma liderança mundial em transição energética, mas precisa avançar em ciência, tecnologia e inovação, e na atração de novos investimentos associados à responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

» ANP. História do Petróleo no Brasil. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historia-anp-setor. Acesso em: 01 set. 2022.

» EPE. Relatório Síntese 2024: ano-base 2023. Rio de Janeiro: EPE, 2024. 70 p.

» GOMES, A. C. S.; ABARCA, C. D. G.; FARIA, E. A. S. T.; FERNANDES, H. H. de O. O setor elétrico. BNDES, v. 50, p. 1964-1973, 2002.

» GONÇALVES, L. C. Planejamento de energia e metodologia de avaliação ambiental estratégica: conceitos e críticas. Curitiba: Juruá, 2009.

» HÉMERY, D.; DEBIER, J. C.; DELÉAGE, J. P. Uma história da energia. Brasília: Ed. UnB, 1993. 447 p.

» MARTIN, J. M. A economia mundial da energia. São Paulo: Unesp, 1992.

» SMIL, V. Energy and civilization: a history. Cambridge: The MIT Press, 2017.

» YERGIN, D. The new map: energy, climate, and the clash of nations. New York: Penguin Press, 2020.

17. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti [1]
Alessandro Roberto de Oliveira [2]

Resumo

Este capítulo discute a educação ambiental (EA) sob o ponto de vista epistêmico e da relação entre os campos educacional e ambiental. Aborda a evolução histórica e os debates nas grandes conferências internacionais a partir da década de 1970 e nas políticas públicas brasileiras. Apresenta algumas correntes político-pedagógicas e as suas identidades contemporâneas. Aponta desafios que continuam postos para o campo da EA, especialmente a compreensão de que ela não se limita a mais uma "forma" de educação entre outras e de que ela não se reduz a uma "ferramenta" na promoção de ajustes comportamentais para resolução de problemas ambientais. A EA consiste em uma dimensão fundamental da educação, na medida em que corresponde às interações estruturantes das relações humanas com o mundo. Este capítulo é um convite para que as novas gerações de cientistas ambientais se engajem no campo da EA e assim contribuam para a construção da sustentabilidade. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Entre as correntes político-pedagógicas e as suas identidades contemporâneas (EA conservadora, EA pragmática e EA crítica), identifique e justifique qual delas deve ser desenvolvida nas escolas; (ii) Quais são os desafios que a EA enfrenta atualmente?; (iii) Qual a importância da EA para a reeducação do olhar no sentido de atribuir importância para a conservação do meio ambiente?

Introdução

Em 2022 completaram-se 50 anos da publicação do livro *Limites do Crescimento* (Meadows *et al.*, 1972), um dos marcos iniciais da discussão sobre a questão ambiental. Os autores apresentaram uma série de advertências quanto ao futuro da humanidade, considerando (i) a tensão entre o crescimento econômico ilimitado e a finitude dos recursos naturais, (ii) a forte expansão demográfica em escala mundial e (iii) a produção e o consumo em massa. O cenário que esse livro delineou para a humanidade provocou debates intensos entre economistas, políticos, governos nacionais e diplomatas. O seu diagnóstico anunciou uma crise ecológica iminente caso as sociedades humanas, sobretudo aquelas dos países industrializados do Norte Global, não mudassem de rota nas suas relações com a natureza. No contexto da discussão inaugurada sobre o tema crescimento econômico x recursos naturais em diferentes círculos internacionais, a educação emergiu como uma dimensão estratégica para efetuar as mudanças fundamentais nas relações entre os seres humanos e os ambientes naturais.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
2 Faculdade de Educação, Universidade de Brasília

É nesse contexto que surgiu o binômio educação ambiental (EA) como um novo tipo de educação, capaz de construir uma nova ética global, um novo conjunto de preceitos, valores e práticas que levem em conta o lugar e o papel da humanidade na biosfera. A educação ambiental nasce, portanto, na interseção do campo da educação com o campo ambiental, o primeiro definindo a concepção pedagógica necessária e o segundo delineando o cenário e a motivação para essa educação. Como observa Layrargues (2004), a adjetivação "ambiental" da educação passa pelo reconhecimento de que essa área, assim como outros campos da vida social, também se revelou insustentável, como o crescimento econômico ilimitado. A educação, como saber pedagógico antropocêntrico, contribuiu para a construção de sociedades fundadas na compreensão da natureza como objeto, separada da humanidade e disponível para suprir as suas necessidades, ignorando o próprio caráter sistêmico da vida ecológica. A educação, portanto, fez parte do problema, na medida em que deixava de fora valores e atitudes fundamentais diante do horizonte socioecológico desenhado pelas projeções iniciadas com *Limites*. Logo, essa educação precisava de reformulação. A educação ambiental é, nesse sentido, um sintoma da crise delineada pela cultura do crescimento sem limites. Desde então, como pontuou Grun (1996, p. 112), toda educação deve ser educação ambiental e "uma educação que não for ambiental não poderá ser considerada educação de modo algum".

Desde o relativo consenso acerca da crise ambiental e da importância da EA para o modo como as sociedades humanas precisam lidar com as questões ambientais, o uso da expressão "educação ambiental" ganhou terreno em diferentes espaços. Passou a aparecer em documentos oficiais, políticas públicas, pesquisas acadêmicas e ações de diferentes segmentos sociais, dos grandes conglomerados econômicos até dos pequenos grupos comunitários, passando por escolas, currículos e práticas pedagógicas. No entanto, isso não significa que exista consenso sobre a EA, nem entre os educadores ambientais.

Embora não seja possível determinar um ponto zero a partir do qual a EA passa a ser um campo heterogêneo de concepções político-pedagógicas, desde o advento da expressão "educação ambiental" ela ganhou nomes específicos nos grandes eventos internacionais dedicados à agenda ambiental. Isso se traduziu em diversas classificações, denominações ou correntes de EA, correspondendo a diferentes posições e práticas pedagógicas (Layrargues; Lima, 2014; Sauvé, 2005). Ainda segundo Layrargues (2004), essa diversificação da nomenclatura pode ser lida como resultado de dois movimentos. Por um lado, houve o amadurecimento teórico do campo; por outro, ocorreu a demarcação de fronteiras identitárias que distinguiram entre si os vários segmentos das ideias e dos ativistas da EA.

Esse duplo movimento é especialmente fértil no Brasil, em que muitos autores vêm produzindo conhecimento no universo polissêmico da EA, a partir de diferentes origens disciplinares, filosofias, perspectivas teóricas e posições político-pedagógicas. Os distintos contextos socioculturais pensam de formas diferentes. Ela está dentro e fora do sistema de educação formal, ocorre no âmbito dos movimentos sociais, é parte das políticas públicas, se insere no cotidiano nas cidades e no campo, está disponível nas unidades de conservação e nos parques, é praticada nos territórios tradicionais, e está presente em sindicatos, associações, igrejas, clubes e empresas. Em que pese essa diversidade de engajamentos, assistimos nos últimos 50 anos o agravamento da crise ambiental, turbinada pelas mudanças climáticas cada vez mais evidentes, o que coloca novos desafios para a EA. Neste capítulo, retraçamos brevemente a evolução histórica do campo, apontando algumas das múltiplas identidades da EA e a sua agenda pública. Indicamos alguns desafios epistemológicos, políticos e práticos da EA contemporânea tal como ela ganha reflexões no Brasil.

Evolução histórica

A discussão sobre o papel da educação diante das questões ambientais pode ser situada a partir do processo histórico de ambientalização do debate sobre os impactos do desenvolvimento. Esse debate começou a tomar corpo na década de 1970, com o surgimento de movimentos ambientais e de uma agenda internacional de discussões sobre o meio ambiente (Lopes, 2006). Um marco internacional desse processo foi a Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, promovida pela ONU, em Estocolmo, em 1972. A EA surgiu como um subcampo relativamente autônomo do debate sobre as questões ambientais. Em 1977 ocorreu a primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, na cidade de Tbilisi, organizada pela Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura – Unesco em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – Pnuma. Esse evento é considerado um marco na definição de objetivos, princípios e estratégias da EA em âmbito internacional.

Segundo o documento resultante desse evento:

> *O objetivo fundamental da educação ambiental é conseguir que os indivíduos e a coletividade compreendam a natureza complexa do meio ambiente natural e do meio ambiente criado pelo homem, resultante da integração de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, e adquiram os conhecimentos, os valores, os comportamentos e as habilidades práticas para participar responsável e eficazmente da prevenção e solução dos problemas ambientais, e da gestão da questão da qualidade do meio ambiente (Unesco, 1977, p. 98).*

Na passagem dos anos 1970 para a década de 1980, a discussão sobre o crescimento econômico perdeu espaço para proposições em torno do desenvolvimento e do meio ambiente. A Organização das Nações Unidas instaurou uma Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), chefiada pela primeira-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland. A missão da CMMAD foi a de formular diretrizes a serem seguidas e metas a serem alcançadas pelos Estados nacionais visando um novo modelo de desenvolvimento. Essa comissão foi responsável pela elaboração do famoso relatório *Nosso futuro comum*, ou "Relatório Brundtland", documento reconhecido por sintetizar e disseminar a ideia de desenvolvimento sustentável (DS), que seria consagrada no início da década seguinte.

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, conhecida como Eco-92 ou Rio-92, a EA ganhou um respaldo importante. A I Jornada Internacional de Educação Ambiental reafirmou a proposta da EA como prática educativa baseada no reconhecimento da complexidade das questões ambientais e da necessidade de uma abordagem integrada das relações humanas com o meio ambiente. A jornada ocorreu em um evento paralelo à conferência oficial, chamado Fórum Global. Esse fórum foi promovido por organizações não governamentais de todo o mundo e se desdobrou em eventos temáticos ocorridos em cerca de 20 grandes tendas espalhadas pelo Aterro do Flamengo. A jornada de EA contou com a participação de educadores, intelectuais, ambientalistas e representantes de movimentos sociais. Ele deu origem ao Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (TEASS). Esse documento é uma referência para educadores ambientais, formuladores de políticas

públicas e organizações da sociedade civil. Subsidia o Programa Nacional de EA e os órgãos gestores da Política Nacional de Educação Ambiental no MMA e no MEC. O MEC disponibiliza o documento em http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf.

Em sintonia com o universo discursivo da Eco-92, a jornada incluiu a ideia da sustentabilidade de maneira direta no horizonte da EA. Na década seguinte, a Organização das Nações Unidas lançou a "Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável" (2005-2014), visando incluir as principais questões do DS nos currículos e nas práticas pedagógicas para incentivar mudanças de comportamento nas novas gerações. A Unesco passou a oferecer no Brasil uma série de conteúdos curriculares, materiais didáticos, recursos pedagógicos e publicações para a formação e a prática de professores na linha da educação para o desenvolvimento sustentável (EDS). Alguns desses conteúdos e materiais estão disponíveis em https://www.unesco.org/pt/fieldoffice/brasilia/expertise/education-sustainable-development.

Existem no Brasil perspectivas críticas quanto a essa ideia de vincular a educação ao DS (Gadotti, 2008; Loureiro, 2012). Para Gadotti, a EDS parece um conceito limitado e limitador da educação, pois não transcende a noção ambígua de desenvolvimento. A própria ambiguidade da noção de DS pode ser apropriada em favor de uma educação que questione a predominância do paradigma econômico sobre as dimensões sociais, ambientais, políticas e culturais das relações entre sociedades e meios ambientes. Gadotti chama atenção para a diferença entre uma educação sobre o DS e uma educação para o DS. Para ele, a primeira remete à discussão teórica, à informação e à tomada de consciência sobre o DS; a segunda trata de como a educação pode contribuir para a construção de um futuro sustentável, fundado na integridade ambiental, na viabilidade econômica e em sociedades mais justas. Movido por uma inspiração freireana, Gadotti lembra que, para transformar a realidade, precisamos aprender a ler o mundo em seu sentido pleno, planetário. Isso pressupõe questionar o antropocentrismo das pedagogias clássicas e caminhar para uma pedagogia da terra ou uma ecopedagogia. De qualquer forma, vincular a educação ao DS ou à sustentabilidade no âmbito institucional parece dar um sentido instrumental e pragmático ao ato de educar.

Loureiro (2012) observa que a ênfase em mudar comportamentos presente na proposta da ONU configura uma educação normativa e moralista, na qual o alvo passa ser o indivíduo, e não as condições históricas e sociais de produção do cenário vigente. Se o cerne da EA é a problematização da realidade, Loureiro sustenta que é preciso questionar: Qual sustentabilidade? Para quem? Para o quê? O conceito complexo e desafiador de DS, oriundo da biologia, deve ser interrogado nas suas diferentes dimensões materiais e simbólicas de constituição dos ambientes de vida por uma prática educativa dialógica, mas sempre atenta e crítica dessas dimensões.

Como destacamos na introdução, nas últimas décadas o campo da EA se expandiu e se diversificou com a construção de diferentes correntes político-pedagógicas. Expostas no Quadro 1, elaborado por Pereira (2010, p. 35), vemos as diversas correntes de EA. Ela dividiu a EA em três categorias: a EA "conservadora" ou "comportamentalista"; a EA "pragmática" e a EA "crítica" ou "emancipatória". Ela levou em conta as características gerais de cada corrente, o seu entendimento do que é educar e a sua proposta sobre a finalidade do processo educativo.

Quadro 1 – Correntes político-pedagógicas da educação ambiental

Eixos	EA conservadora	EA pragmática	EA crítica
Características gerais	Dicotomia homem-ambiente; ser humano como destruidor; Humanos fazem parte da natureza em sua dimensão biológica (reducionismo biológico).	Relação entre o ser humano e a natureza depende do comportamento individual dos humanos como seres biológicos e sociais.	Ser humano pertence à teia de relações sociais, naturais e culturais, e vive em interação; ser humano como biopsicossocial, dotado de emoções.
Entendimento do que é educar	Educação como processo instrumental, comportamentalista.	Tem raízes no ambientalismo pragmático e em concepções tecnicistas de educação.	Educação como práxis e processo dialógico, crítico, problematizador e transformador.
Finalidade do processo educativo ambiental	Busca mudança cultural e individual para gerar desdobramentos sobre a sociedade e aprimorar as relações sociais, tendo como parâmetro as relações vistas como naturais.	Foco na ação, na busca de soluções para os problemas ambientais e na proposição de normas.	Busca por transformação social, o que engloba indivíduos, grupos e classes sociais, culturas e estruturas, como base para a construção democrática de "sociedades sustentáveis".

Fonte: Adaptado de Pereira (2010, p. 35)

A EA "conservadora" busca um retorno à natureza primitiva, uma relação de harmonia entre humanos e natureza. Ela focaliza a preservação dos bens naturais intocados, protegendo-os da degradação causada pelos humanos. Acreditamos que a EA vai muito além dessa visão conservadora e do entendimento de educação como um processo comportamentalista, instrumental e individual. Segundo Gadotti (2000), a EA é um processo transformador, que implica uma opção de vida por uma relação saudável com o outro, com o ambiente natural e com o coletivo.

A EA "pragmática", segundo Silva (1996, p. 26), "apresenta o foco na ação, na busca de soluções para os problemas ambientais e na proposição de normas a serem seguidas". A maioria dos projetos em EA desenvolvidos nas escolas e nas empresas se enquadra nessa categoria. Essa modalidade promove atividades comemorativas alusivas a datas como o Dia Internacional do Meio Ambiente, o Dia da Árvore, a Semana da Primavera, etc. Ela tem as suas raízes no ambientalismo pragmático (Crespo, 1998) e em concepções tecnicistas[3] de educação (que privilegiam a tecnologia educacional, sem vínculo com o contexto social). A EA "pragmática" busca mecanismos que compatibilizem o desenvolvimento econômico com o manejo sustentável de recursos naturais. A ênfase recai sobre a mudança de comportamento individual, por meio da quantidade de informações e de normas ditadas por leis e projetos governamentais.

3 Concepções de educação tecnicistas: onde se privilegiava excessivamente a tecnologia educacional sem vínculo com o contexto social

Carvalho (2008) define a EA "crítica" como um bom encontro da EA com o pensamento crítico aplicado à educação, embasado nos ideais democráticos e emancipatórios. Ao contrário da EA "conservadora" e da EA "pragmática", a EA "crítica" assume um posicionamento crítico e político (Guimarães, 2007) na busca de contribuir para a transformação da sociedade atual. A EA se torna um caminho para que o ser humano compreenda que os valores podem e devem ser mudados, gerando a consciência da necessidade do cuidado com a sua relação de pertencimento com o outro e com a natureza (Zaneti, 2006).

Agenda pública da EA

O Brasil tem uma história recente de políticas públicas nas quais a EA é um componente nato. A Política Nacional de Meio Ambiente (1981) previu a EA em todos os níveis de ensino, inclusive a educação das comunidades, a fim de capacitá-las para participar ativamente na defesa do meio ambiente. Em 1988, a Constituição Federal definiu a educação ambiental como direito fundamental da sociedade brasileira, nos termos dos artigos 205 e 225. No inciso VI do artigo 225, a Constituição dá ao poder público (i) a tarefa de criar condições para a coletividade cumprir o seu dever de defender e proteger o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as gerações presentes e futuras e (ii) a função de promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública sobre o tema.

A EA ganhou uma formulação específica por meio da Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, em 1999. Ela definiu princípios, objetivos e campos de realização da EA no ensino formal e não formal, com base na seguinte afirmação:

> *Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.*

A PNEA definiu a EA formal como aquela desenvolvida na educação escolar, no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. Definiu que a EA não formal abrange um universo variado de ações e práticas educativas sobre questões ambientais, difusão de campanhas educativas nos meios comunicação, participação de escolas, universidades, ONGs e empresas em programas de EA e iniciativas de sensibilização ambiental da sociedade, de agricultores e de populações tradicionais sobre a importância das unidades de conservação.

Em um artigo recente, Carvalho (2020) fez um balanço da EA na primeira década do século XXI, discutiu o cenário brasileiro da EA e identificou os seus principais enfrentamentos. A autora constatou que na década 2000-2010 cresceu a produção científica sobre EA. Entretanto a instabilidade econômica e política do Brasil ao longo da década seguinte trouxe retrocessos que culminaram na ascensão ao poder federal de uma coalizão comprometida com a desestruturação das políticas educacionais e ambientais. Carvalho revisitou e questionou alguns dualismos no campo da EA. Um deles é a oposição entre a EA crítica voltada para a transformação social e a EA supostamente voltada "apenas" para a conservação da natureza. Essa oposição pode ter feito sentido historicamente. Contudo, no cenário atual, ela já não é produtiva para a EA. A EA conservacionista não significa necessariamente que ela seja politicamente conservadora. É premente abrir espaço para alianças entre as diferentes correntes da EA.

Outro dualismo tratado por Carvalho ocorre entre educação formal e não formal, conforme instituídas desde a Pnea. Essa separação também tem sido pouco produtiva para a EA nos espaços formais de educação. A caracterização da EA como tema transversal na educação formal não contribuiu para consolidar a sua presença nos currículos e nos espaços escolares, colocando a EA em uma posição marginal e periférica. Carvalho nos convida a dissolver essa oposição, redirecionando a intenção pedagógica para as formas de mobilização da atenção e para o desenvolvimento de habilidades por meio de práticas, seja nos ambientes formais e escolares, seja em experiências de aprendizagem não escolarizadas.

Um grave revés ocorreu em 2018 no domínio político e institucional. Quando da elaboração do Plano Plurianual – PPA 2020-2023 (aprovado em 10 de dezembro de 2019 e promulgado por meio da Lei nº 13.971, de 27 de dezembro de 2019), o tema EA foi totalmente omitido, agravando a situação da EA pela falta de recursos. Entre 2018 e 2022 ocorreu um esvaziamento político-institucional da agenda de EA no âmbito dos órgãos gestores da Pnea – MMA e MEC. Em consequência, muitos desafios estão colocados para o futuro imediato e de médio prazo. Trataremos deles na seção seguinte.

Desafios

Quando o debate sobre a crise ambiental global supera a marca dos 50 anos e em que diferentes contextos socioecológicos têm a sua situação agravada, os desafios para o campo da EA estão cada vez mais prementes. Cresce a compreensão entre diferentes setores das ciências de que não há muito tempo para a mudança de rota ou transição de modelo para evitar o colapso. Alguns desafios apontados na literatura permanecem (Carvalho, 2020; Jacobi, 2005; Sato; Carvalho, 2005; Sauvé, 2005). Um deles consiste na própria compreensão do que é a EA. A EA não se limita a uma "forma" de educação entre outras, nem se reduz a uma "ferramenta" para gestão ou resolução de problemas ambientais. Ela é uma dimensão fundamental da educação que corresponde às interações estruturantes do desenvolvimento humano. Como assinalou Sauvé (2005, p. 317), "mais do que uma educação 'a respeito do, para o, no, pelo ou em prol do' meio ambiente, o objeto da educação ambiental é de fato, fundamentalmente, nossa relação com o meio ambiente".

Para intervir na transformação da realidade crítica em que vivemos, o educador deve levar em conta as muitas facetas dessa relação, considerando a complexidade e a contribuição dos diferentes saberes ambientais.

Outro desafio permanente para a EA é escapar da ideologia hegemônica do desenvolvimento, na qual o paradigma econômico continua se sobrepondo às dimensões ecológicas e sociais. Essa armadilha se expressa, por exemplo, na mencionada proposição da "educação para o desenvolvimento sustentável". Nessa chave, a educação ambiental perde o seu lugar de campo profícuo para a interdisciplinaridade e diálogo de saberes para se limitar a uma perspectiva utilitarista da educação que apresenta o meio ambiente como recurso para servir ao DS. Como sinalizou Veiga (2005), o conceito de DS consagrado na Rio-92 e que vem pautando as sucessivas reformulações na agenda pública institucionalizada é uma via reformista, baseada em uma retórica que crê na emergência de novos mercados e nas inovações tecnológicas supostamente capazes de contornar problemas ambientais cada vez mais graves. O DS vê os seres humanos apenas em termos de suas necessidades atuais e futuras, apostando em um crescimento da consciência ambiental que leva tempo.

Para se livrar desse enclausuramento ideológico, o educador precisa estabelecer conexões entre múltiplos saberes, articulando processos cognitivos com os contextos de vida (Jacobi, 2005). Do ponto de vista epistêmico, a EA representa a possibilidade de um conhecimento aberto, processual, reflexivo, multirreferenciado e, por isso mesmo, não restrito aos saberes disciplinares ou acadêmicos, mas aberto para uma ecologia de saberes (Santos, 2010).

No âmbito da agenda pública, o desafio é aprimorar a capacidade do campo da EA de incorporar as motivações subjetivas da política do cotidiano, da vida concreta de indivíduos e grupos. Isso se liga à necessidade de intensificar a participação individual e coletiva nos processos de transformação direcionados por essas políticas (Biasoli; Sorrentino, 2018). Há ainda desafios novos, como incorporar interconexões da EA com (i) a educação antirracista na formação de professores (Santos, 2017) e (ii) as pedagogias ecológicas e decoloniais (Silva; Dorneles, 2022).

Considerações finais

Neste capítulo procuramos situar o surgimento da EA, do ponto de vista epistêmico, na intersecção entre o campo da educação e o campo da questão ambiental. Buscamos situar a evolução histórica da EA, identificando algumas das suas correntes político-pedagógicas e as suas identidades contemporâneas. Para além do debate teórico e pedagógico, mapeamos um quadro histórico das ações da sociedade e das políticas públicas para a EA. Finalmente, indicamos alguns desafios atuais colocados para a EA no Brasil. Esses desafios são muitos, desde a presença da EA nos currículos da formação no ensino superior, não só de professoras, mas também de futuras profissionais de diferentes áreas do conhecimento, até a sua presença nos currículos da educação básica.

A pesquisa em EA tem um papel-chave na renovação das ideias e alianças entre as suas correntes político-pedagógicas, pois não há receitas ou modelos normativos prontos para praticar a EA dentro do cenário atual de acirramento da crise ecológica em diferentes escalas e em um contexto de agravamento de injustiças ambientais. No momento em que escrevemos este texto, parece que está se abrindo um horizonte político-institucional propício para o reposicionamento da EA no âmbito das políticas públicas ambientais e educacionais. É o momento de a EA resgatar o seu status de secretaria nos órgãos gestores no Ministério da Educação e no Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, com orçamentos e tratamentos dignos da importância dessas pastas. Este capítulo é um convite para o engajamento de novas gerações de cientistas ambientais nas iniciativas da EA e para o fortalecimento desse campo decisivo para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

» BIASOLI, S.; SORRENTINO, M. Dimensões das políticas públicas de educação ambiental: a necessária inclusão da política do cotidiano. Ambiente & Sociedade, v. 21, 2018.

» CARVALHO, I. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2008.

» CARVALHO, I. A pesquisa em educação ambiental: perspectivas e enfrentamentos. Pesquisa em Educação Ambiental, v. 15, n. 1, 2020.

» CRESPO, S. Educar para a sustentabilidade: a educação ambiental na Agenda 21. In: NOAL, F. O. et al. Tendências da educação ambiental brasileira. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 1998.

» GADOTTI, M. Educar para uma vida sustentável. In: Educar para a sustentabilidade: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora e Livraria Paulo Freire, 2008. p. 61-79.

» GRÜN, M. Ética e educação ambiental – a conexão necessária. São Paulo: Papirus, 1996.

» GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: MEC, 2007.

» JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 2, p. 233–250, 2005.

» LAYRARGUES, P. P. (Re)conhecendo a educação ambiental brasileira. In: MMA. Identidades da educação Ambiental Brasileira. Brasília: Edições MMA, 2004.

» LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. Ambiente & Sociedade, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

» LOPES, J. S. L. Sobre processos de “ambientalização” dos conflitos e sobre dilemas da participação. Horizontes Antropológicos, v. 12, n. 25, p. 31-64, 2006.

» LOUREIRO, C. F. B. Sustentabilidade e educação. In: LOUREIRO, C. F. B. Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012. p. 75-80.

» MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. L. The limits to growth. 1972. In: ROBIN, L.; SÖRLIN, S.; WARDE, P. (ed.). The future of nature. Yale University Press, 2013. p. 101-116.

» PEREIRA, C. L. Telejornalismo e educação ambiental: formação do sujeito consumidor?, 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

» SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. São Paulo: Cortez, 2010.

» SANTOS, R. S. S. Diálogos: educação ambiental e educação antirracista no contexto da formação docente. Revista Eixo, v. 6, p. 8, 2017.

» SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Org.). Educação ambiental: pesquisa e desafio. Porto Alegre: Artmed, 2005.

» SAUVÉ, L. Educação ambiental: possibilidades e limitações. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.

» SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Org.). Educação ambiental: pesquisas e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2005.

» SILVA, A. T.; DORNELES, A. B. Pedagogias ecológicas e decoloniais em rede: o movimento CSA como comunidade de aprendizagem. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 59, p. 399-417, 2022.

» SILVA, T. D. O cidadão e a coletividade: identificações produzidas no discurso de educação ambiental. In: TRAJBER, R. et al. Avaliando a educação ambiental no Brasil: materiais impressos. São Paulo: Gaia, 1996.

» UNESCO. Final Report: intergovernmental conference on environmental education. Tbilisi, 14-26 October 1977. Paris: Unesco, 1977.

» VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

» ZANETI, I. C. B. B. As sobras da modernidade. Porto Alegre: Corag, 2006.

18. INJUSTIÇA, RACISMO, DIVERSIDADES E MEIO AMBIENTE

Ana Claudia Sanches Baptista[1]
Bernardo Carlos Spaulonci Chiachia Matos de Oliveira[2]
Mauro Guilherme Maidana Cappellaro[3]

Por um desenvolvimento sustentável que permita a radicalização da democracia com equidade de gênero, equidade de raça e justiça social.

Sueli Carneiro, 2023.[4]

Resumo

Este capítulo apresenta as noções de justiça e injustiça ambiental. Ele trata da sua contextualização histórica, das definições, de exemplos práticos e teóricos de pesquisadores e organizações envolvidos na construção dos conceitos da área. A corrente de pensamento e de ativismo da justiça ambiental defende a tese de que a discussão em torno dos problemas e riscos ambientais contemporâneos não pode ser realizada fora do contexto de um debate que envolva as condições raciais e socioeconômicas da população. O texto reflete sobre a justiça ambiental, a sua formulação e as suas inter-relações com raça e racismo ambiental. Ele identifica pessoas importantes envolvidas no debate sobre justiça ambiental dentro e fora do Brasil. Por fim, ele demonstra como os problemas ambientais, os riscos, as desigualdades socioeconômica e racial caminham de forma indissociável e não podem ser desconsiderados ao pensar em um desenvolvimento que seja sustentável. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Qual é a relação entre a justiça ambiental e a desigualdade racial e econômica, e como essa questão se manifesta em diferentes contextos regionais e históricos? (ii) Como os movimentos sociais e acadêmicos têm contribuído para a definição e evolução do conceito de justiça ambiental ao longo do tempo?

Contextualização histórica

Muito mais do que um fato acadêmico, as lutas por justiça ambiental fazem parte de um projeto de vida ancestral. A sua origem se liga aos povos originários do mundo, em especial das Américas. Pensando na América do Sul, foram os indígenas os primeiros a lutarem por uma justiça ambiental, como reação à invasão de seus territórios pelos colonizadores e como afirmação do seu direito à vida e aos seus modos de vivenciar o território. Com o início da colonização, houve lutas não só pelo meio ambiente, mas também pela vida das populações que cuidam, vivem e protegem o meio ambiente/mãe terra e que entendem a vida humana como parte da natureza. Nesse sentido, apesar de não haver nessa época a aplicação conceitual acadêmica da justiça ambiental, essas vivências colaboraram para a construção da ideia da luta por justiça ambiental ao longo dos anos.

1 Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
2 Department of Anthropology and Interdisciplinary Programs, City College of New York
3 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília
4 Trecho da fala de Carneiro no evento de reinstalação do Conselho de Desenvolvimento Econômico Social Sustentável, Brasília-DF, 4 de maio de 2023.

Enquanto conceito acadêmico, as lutas por justiça ambiental começaram a ser organizadas e a ganhar visibilidade a partir de movimentos por direitos civis, sociais, ambientais e territoriais nos Estados Unidos, entre as décadas de 1970 e 1980 (Bullard, 1993). O marco inicial desses movimentos foi o protesto realizado no condado de Warren, no estado da Carolina do Norte.[5] O protesto foi motivado pelo despejo ilegal de lixo tóxico de PCB (*polychlorinated biphenyls*) em um ambiente rural, o que culminou na contaminação de lençóis freáticos e, em consequência, em prejuízo de parcela da população residente (Cole; Foster, 2001).

O surgimento das lutas por justiça ambiental foi desde sempre sustentado por denúncias e reivindicações sobre a existência de uma distribuição desproporcional de problemas e riscos ambientais – poluição, toxicidade, desastres e efeitos das mudanças climáticas entre diferentes segmentos/grupos populacionais. Essa desproporcionalidade afeta de maneira mais enfática a parcela da população segregada por critérios de raça e renda, isto é, pessoas negras e pobres são as primeiras e as mais impactadas (Pezzullo; Sandler, 2007). Ao mesmo tempo que denunciam a distribuição desigual dos efeitos da degradação ambiental, as lutas por justiça ambiental apontam os segmentos/grupos populacionais que produzem os problemas e riscos. Fica claro que os produtores dos riscos e problemas ambientais não são fortemente impactados por eles. O perfil dos responsáveis é o de um grupo com maior poder aquisitivo e majoritariamente de raça branca.

Assim, o marco importante para o contexto social e para o campo do debate intelectual foram as lutas por justiça ambiental no contexto estadunidense. Essas lutas surgiram a partir da atuação e das denúncias de movimentos sociais negros. Elas foram depois encampadas pelos estudiosos que, cientes das relações desiguais entre quem sofre com os problemas e riscos ambientais e quem os produz, ajudaram a construir uma teoria sistemática. Como essa teoria esteve ancorada no debate sobre raça e desigualdade, ela ficou conhecida originalmente como uma luta contra o racismo ambiental (Chavis; Lee, 2019) e, posteriormente, como luta contra as injustiças ambientais (Schlosberg, 2013).

Da injustiça para a justiça ambiental

Uma das primeiras preocupações das lutas por justiça ambiental esteve relacionada com a definição e caracterização da expressão "injustiça ambiental". O conceito de injustiça ambiental não tem significado único e vem sendo adaptado em diferentes países do Sul Global. No caso do Brasil, o conceito inclui elementos característicos da construção política e econômica do país, enfatizando exclusão social, escolaridade, grupos indígenas, conflitos e vulnerabilidade (Acselrad et al., 2004). Assim, a definição de injustiça ambiental usada na América do Sul é a seguinte: "mecanismo pelo qual sociedades desiguais destinam a maior carga dos danos ambientais advindos do desenvolvimento às populações de baixa renda, aos grupos sociais discriminados, aos povos étnicos e a toda população marginalizada e vulnerável" (Acselrad *et al.*, 2009, p. 41).

A antítese da injustiça ambiental e do racismo ambiental é a justiça ambiental. Assim como o primeiro, o conceito de justiça ambiental recebe diversas definições que se entrelaçam. Diferentes grupos usam essas definições, a depender da região, do contexto histórico e do ideal de justiça com a qual se identificam. Para fins deste trabalho, a definição de justiça ambiental é a de uma justiça que enfatiza o desenvolvimento de capacidade para a transformação e para a libertação do indivíduo e da

5 Mais informações sobre esse evento podem ser acessadas em: https://www.nrdc.org/stories/environmental-justice-movement.

sociedade de maneira geral (SEN, 2009). Nessa concepção, indivíduos e sociedades podem ser transformados de agentes passivos a agentes ativos da e na sociedade que lutam para que os recursos sociais sejam disponibilizados, distribuídos, reconhecidos e utilizados coletivamente, de maneira a aumentar as potencialidades do cidadão de transformar a sua vida e a vida da própria sociedade e da natureza que circunscrevem (Schlosberg, 2013).

Dessa maneira, a compreensão de justiça ambiental abrange, ou ao menos deveria abranger, o modo pelo qual se estabelecem as condições materiais e espaciais de produção e reprodução da sociedade. Mais especificamente, ela enfatiza o modo como se distribuem no território as distintas formas sociais de interação e apropriação da natureza. Essa apropriação, por sua vez, é caracterizada por determinadas existências e modos de vida e é afetada pelas práticas e pelos modos de ocupação.

Justiça ambiental é, portanto, uma noção que integra o processo histórico de luta por direitos e por concepções equitativas de direitos e de desenvolvimento. Na experiência recente, essa noção nasce da demanda de certos movimentos sociais, demandas essas que alteraram a composição de forças sociais envolvidas nas lutas ambientais e, em determinadas circunstâncias, produziram mudanças na ordem política e no aparelho estatal e regulatório responsável pela proteção ambiental.

Casos de injustiças ambientais pelo mundo

Apresentamos a seguir quatro exemplos de movimentos ligados à busca por justiça ambiental: South Bronx (New York), Bangladesh, Brasília e o litoral norte do estado de São Paulo.

O South Bronx e a poluição atmosférica

O bairro (*borough*) do Bronx, especialmente o South Bronx, em New York, é conhecido pela sua alta concentração de residentes negros, latinos e de baixa renda. A renda média dos habitantes do South Bronx é mais de 50% inferior à renda média dos habitantes da cidade de New York. A percentagem de pobres é de 32%, duas vezes maior que a média de 16% para a cidade toda (National Center For Health Statistics, 2020).

Há décadas, projetos de planejamento urbano liderados por Robert Moses cercaram o South Bronx com um anel de importantes vias expressas: a Cross Bronx Expressway ao norte, a Major Deegan Expressway a oeste e a Sheridan Expressway a leste. Como resultado, os residentes do South Bronx foram forçados a viver dentro e ao redor desse anel e sob uma constante névoa de poluição atmosférica decorrente do intenso tráfego de veículos (County Health Ranking, 2015).

Desde 2009, o South Bronx tem sido classificado como o bairro mais insalubre entre os 62 bairros de New York (Count Health Ranking, 2022). Mesmo quando a qualidade do ar no Bronx apresenta melhorias, partículas poluentes microscópicas afetam especialmente os jovens, idosos e pessoas com problemas de saúde. Essas partículas, conhecidas como material particulado (MP), podem conter substâncias, como chumbo e manganês, e são normalmente originadas da queima de combustíveis fósseis por veículos e indústrias. Na área do South Bronx, denominada Highbridge, a concentração de MP é de 10,0 microgramas por metro cúbico, enquanto a média da cidade de New York é de 8,6. Isso se reflete diretamente no número de internações hospitalares devido a problemas respiratórios. As hospitalizações por asma são 155% mais altas nos hospitais do Bronx do que a média dos hospitais de New York (NYC Health, 2015).

O planejamento urbano do bairro foi influenciado pelo racismo e pela segregação. O excesso de vias expressas cortando a mesma região resultou em grave poluição do ar e em prejuízos diretos para a saúde dos moradores. Nesse caso, a injustiça ambiental decorre de um planejamento urbano que agravou a qualidade do ar em uma região historicamente pobre, majoritariamente habitada por comunidades negras e hispânicas, com o objetivo de facilitar a mobilidade dos moradores das demais áreas da cidade. O South Bronx arca desproporcionalmente com os ônus dos problemas ambientais e da poluição atmosférica, se comparado com o restante de New York, e isso se liga ao perfil socioeconômico do bairro.

Inundações em Bangladesh

Em junho de 2022, Bangladesh enfrentou a pior inundação de sua história. De acordo com a ONU, centenas de milhares de pessoas foram deslocadas e 7,2 milhões foram impactadas. Na medida em que as inundações se tornam cada vez mais frequentes e severas, os 163 milhões de habitantes de Bangladesh, situado no delta mais populoso do mundo, enfrentam grandes dificuldades para escapar das águas (The Guardian, 2022).

Frequentemente referido como "marco zero para as mudanças climáticas", Bangladesh ocupou a sexta mais alta posição no Índice de Risco Climático Global de 2018. Isso se deveu a diversos fatores, como a injustiça ambiental, a alta exposição a inundações e a predominância de terras baixas costeiras. Para muitos bangladeshianos, esses riscos já se tornaram incontroláveis, especialmente para as comunidades rurais que vivem em áreas costeiras baixas. A erosão das margens dos rios desloca entre 50.000 e 200.000 pessoas anualmente, enquanto milhares fogem para áreas seguras sempre que um ciclone poderoso atinge a costa. As tempestades intensificadas não apenas destroem casas e meios de subsistência, mas contribuem para o aumento da salinidade da água potável e do solo, deixando milhões com pouco acesso a alimentos e água potável (Lam *et al.*, 2022).

Especialistas da Organização Internacional para Migração destacam o fenômeno do êxodo em massa de camponeses de Bangladesh em direção às cidades, especialmente para a capital, Dhaka. Esses migrantes geralmente acabam nas áreas urbanas mais pobres e mais suscetíveis a riscos ambientais. Eles se sustentam por meio de trabalhos informais, como coleta de lixo, trabalho doméstico ou empregos em fábricas de vestuário. Dependem de esmolas como o chira (arroz seco e achatado) e são obrigados a tomar banho no Rio Buriganga, no qual são lançados resíduos químicos de usinas e fábricas, lixo doméstico, esgoto e petróleo, entre outros poluentes (Uddin; Jeong, 2021).

As consequências das mudanças climáticas afetam de forma desproporcional os países mais pobres e vulneráveis (Pnud/ONU, 2019), e o caso de Bangladesh ilustra essa tendência. O país contribui muito pouco para as mudanças climáticas, mas será um dos mais impactados por elas. As dificuldades financeiras e sociais devem estimular mais migrações em massa, tanto dentro como para fora do país. A injustiça ambiental se caracteriza pelo fato de que o impacto das mudanças climáticas é severo em um país que contribui de forma insignificante para essas mudanças em escala global. É importante reconhecer que a localização geográfica de Bangladesh em uma planície costeira, que fica abaixo ou pouco acima do nível médio do oceano, coloca a região em constante risco de inundações, independentemente das mudanças climáticas. No entanto, as enchentes são agravadas e intensificadas por essas mudanças. Fatores socioeconômicos, políticos e históricos também explicam a presença de tantas pessoas em áreas de risco. Isso inclui decisões e interesses das elites locais e o impacto do imperialismo do Norte Global, que podem influenciar a distribuição desigual de pessoas, recursos e poder no país.

Brasília e a crise hídrica

O Distrito Federal atualmente tem quase três milhões de habitantes, o que faz de Brasília a terceira maior cidade do Brasil. O Distrito Federal está localizado na Região Centro-Oeste, no bioma Cerrado, e está próximo às nascentes de rios importantes. Apesar de ter a maior renda *per capita* entre todas as unidades da Federação, a cidade é uma das mais desiguais do Brasil. Em 2017, Brasília foi atingida por uma grave crise hídrica, que levou o governo distrital a decretar estado de emergência e a promulgar um plano de enfrentamento e um decreto de restrição e racionamento no consumo de água.

Vinte e cinco das 33 regiões administrativas (RAs) foram afetadas pelo racionamento, que se estendeu por 513 dias, de janeiro de 2017 a junho de 2018. Atingiu mais de 80% da população, especificamente as áreas abastecidas pelas represas Santa Maria e Descoberto. A primeira abastece cerca de 600 mil habitantes, enquanto a segunda atende 1,8 milhão de habitantes.

Conforme Capelari et al. (2024), a crise hídrica brasiliense teve marcantes características de injustiça ambiental. Em primeiro lugar, os moradores da periferia da cidade foram os mais atingidos (i) pela redução da pressão da água nas torneiras, (ii) pelo tempo em que as torneiras ficaram sem receber água e (iii) pelo impacto em suas rotinas. Essas restrições miraram diretamente um "perfil" dos consumidores de água: além de morarem mais longe d*o centro da cidade, esses moradores tinham baixa renda e cor negra (Capelari* et al., 2024).

Em segundo lugar, a mesma pesquisa mostrou que os respondentes com perfil de baixa escolaridade consideraram que o governo do Distrito Federal não tratou desigualmente os residentes no que tange à gestão da crise hídrica. Para a população mais escolarizada, ao contrário, as respostas mostraram que a população mais carente foi tratada de modo diferenciado pelo governo local, ou seja, ela foi alvo de medidas mais restritivas de racionamento e corte. Capelari se vale do conceito de violência institucional para explicar o tratamento diferenciado que o governo do Distrito Federal adotou em função do perfil socioeconômico dos cidadãos. Além disso, o artigo usa o conceito de "alienação hídrica" para caracterizar como a população mais carente ignorou o viés da gestão hídrica em Brasília em favor dos mais ricos (Capelari et al., 2024).

O litoral norte de São Paulo e a crise climática

As mudanças climáticas são uma realidade e evidenciam um planejamento urbano excludente e um processo histórico socioespacial calcado na desigualdade: racial, territorial, de classe e de gênero. Conforme se agravam os eventos climáticos extremos em todo o globo terrestre, observamos as tragédias evitáveis que causam perdas irreparáveis na vida das populações mais pobres.

Fortes chuvas assolaram o litoral norte de São Paulo no Carnaval de 2023. Apesar de a região ter historicamente um alto nível de precipitação pluviométrica, essas chuvas tiveram uma abundância sem precedentes. De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), na cidade de Bertioga os registros marcaram em 24 horas 683 mm de precipitação, cerca de 335 mm em Ubatuba e Ilhabela e 222 mm em Caraguatatuba (Folha de São Paulo, 2023). Sem cifras "normais" para permitir comparações, elas nada dizem.

Nesse cenário, a falta de um planejamento urbano e de adaptação climática afetou as populações de quatro cidades: Caraguatatuba, Ubatuba, Ilhabela e São Sebastião. As chuvas deixaram cerca de 3 mil desabrigados e 65 mortos. Principalmente em São Sebastião, houve fechamentos das rodovias por conta do risco de desmoronamentos e dos deslizamentos de terra; o fornecimento de água e energia foi comprometido; a população ficou traumatizada e com medo das chuvas, dos alagamentos e de novos desmoronamentos (Folha de São Paulo, 2023). Apesar de as chuvas atingirem as cidades do litoral norte de forma geral, os mais pobres foram os mais fortemente atingidos. Eles perderam mais vidas, residências e bens, pois vivem em áreas de risco.

Nessas áreas de risco faltam infraestruturas urbanas e investimentos em adaptação climática. Consequentemente, elas oferecem as residências mais baratas das cidades, nas quais as populações mais pobres são obrigadas a morar. Os conhecidos pés de morro na Serra do Mar foram ocupados pela classe trabalhadora migrante e pelas populações tradicionais depois da construção da Estrada da Tamoios. Essa estrada tornou o local alvo de especulação imobiliária e transformou as áreas de beira mar, antes território caiçara, em espaços ocupados por casas e condomínios de luxo. De acordo com a Associação Contas Abertas, no ano de 2023 a verba do orçamento federal prevista para ações contra desastres naturais em municípios brasileiros foi a menor dos últimos 14 anos (G1, 2023).

Este é mais um caso emblemático de racismo ambiental e de injustiça ambiental, consequência de uma problemática que se arrasta há muitos anos no litoral norte paulista. Assim como nas cidades ao redor do mundo, a população negra, indígena, caiçara, ribeirinha, migrante e periférica é condenada a viver sob um risco social e ambiental produzido de forma planejada para excluir alguns e proteger outros. Os demais vivem em segurança e têm capacidade de resiliência. Eles seguem protegidos, podendo sair de helicóptero ou de carro dos locais enlameados e se deslocar em segurança para as suas casas em outras cidades.

Os principais nomes da justiça ambiental no Brasil e no mundo

Os marcos acadêmicos iniciais do movimento de justiça ambiental foram as obras de Robert Bullard, professor da Texas Southern University, EUA. Conhecido como o pai da justiça ambiental, Bullard pesquisa o tema desde a década de 1980 (https://drrobertbullard.com/reports/). O primeiro trabalho do autor foi encomendado pela Comissão de Justiça Racial da *United Church of Christ*, em 1987. O objetivo foi compreender a distribuição espacial de aterros destinados a resíduos sólidos urbanos nos Estados Unidos. O trabalho concluiu que a composição racial de uma comunidade é a variável mais adequada para explicar a presença ou ausência de depósitos de rejeitos perigosos de origem comercial em uma área (Chavis; Lee, 2019).

Prosseguindo nessa linha de pesquisa, em 1990 Bullard escreveu um dos livros mais importantes relacionados ao tema: *Dumping in Dixie: race, class and environmental quality* (Bullard, 2000). Ele escreveu outros 17 livros e mais de 55 artigos sobre o tema. Em 2021, o presidente Joe Biden nomeou Bullard para o Conselho de Justiça Ambiental da Casa Branca (*White House Environmental Justice Advisory Council*), o fato mais importante na sua carreira.

Outra pessoa importante para o campo da justiça ambiental é Malcom Ferdinand, autor de *Uma Ecologia Decolonial – pensar a partir do mundo caribenho* (Ferdinand, 2022). Nascido na Martinica, ele atualmente é pesquisador do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) e atua no Institut de Recherche Interdisciplinaire

en Sciences Sociales (Irisso) da Université Paris Dauphine-PSL (Paris 9). Ferdinand aborda a relação entre colonialismo, racismo e crise climática, apontando a exploração do meio ambiente e das pessoas negras como fenômenos indissociáveis. Para ele, a crise climática e as injustiças ambientais só podem ser enfrentadas a partir do enfrentamento do racismo e das relações coloniais, pois são fundantes e estruturais nos processos de exploração do meio ambiente.

Há outras três pessoas cujas obras são relevantes para a construção do pensamento sobre a injustiça e a justiça ambiental em âmbito internacional. O primeiro é David Pellow, professor na University of California at Santa Barbara, EUA. Ele é autor de *Resisting global toxics: transnational movements for environmental justice* (Pellow, 2007), um dos mais citados textos da área. David Schlosberg, professor da University of Sidney, na Austrália, publicou em 2007 *Defining environmental justice: theories, movements and nature* (Schlosberg, 2007) e o artigo de 2004 intitulado "Reconceiving Environmental Justice: global movements and political theories" (Schlosberg, 2004). Ele é um dos mais importantes teóricos engajados em pesquisas sobre o conceito de justiça. Por último, há o professor Julian Agyeman, da Tufts University, nos EUA, que vem construindo, a partir da ideia de justiça ambiental, o conceito de sustentabilidade justa (Agyeman et al., 2003). Ele argumenta que a sustentabilidade não trata "só" do verde e da conservação de recursos naturais, mas também da dignidade e da vida das pessoas e da necessidade de reverter a distribuição desigual de custos e riscos ambientais.

No Brasil algumas pessoas se destacam no estudo e no debate sobre justiça ambiental. A primeira é a socióloga Selene Herculano, professora aposentada da Universidade Federal Fluminense. Ela foi uma das pioneiras no tratamento da justiça ambiental e do racismo ambiental, reunindo sociedade civil e academia no debate. A segunda é a historiadora Tania Cecilia Pacheco, pesquisadora da Fiocruz e coordenadora do projeto "Mapa de Conflitos: injustiça ambiental e saúde no Brasil". Em parceria com Herculano, ela levou o debate de justiça ambiental para o campo da saúde pública e coletiva. O terceiro autor influente é Henri Acselrad, professor do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O seu livro *O que é justiça ambiental* abordou a questão da justiça no campo coletivo e debateu histórica e conceitualmente a noção de justiça ambiental (Acselrad *et al.*, 2009).

Para além de Herculano, Pacheco e Acselrad, vale destacar outros três pesquisadores nacionais importantes. O primeiro é Marcelo Firpo de Souza Porto, coordenador do Núcleo Ecologias, Epistemologias e Promoção Emancipatória da Saúde (Neepes/ENSP/Fiocruz). Firpo busca desenvolver conhecimentos interdisciplinares, metodologias colaborativas e diálogos interculturais que apoiem lutas sociais por saúde, dignidade e direitos territoriais nas cidades, campos, florestas e águas. O segundo é Diosmar Santana Filho, geógrafo e ativista na área racial e ambiental. É atualmente coordenador de uma das áreas de pesquisa do grupo Iyaleta Pesquisa, Ciências e Humanidades e pesquisador associado da Associação Brasileira de Pesquisadores(as) Negros(as) (ABPN). Ele propõe pensar o estado racial e o racismo ambiental como prática de racismo institucional. A terceira é Dulce Maria Pereira, professora da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop). Ela pesquisa sobre geopolítica, conflitos, riscos e estudos dos territórios, com recortes de raça, gênero e meio ambiente. Esses pesquisadores atuantes no Brasil, somados a outros e a movimentos sociais e centros de pesquisa, criaram em 2001 a Rede Brasileira de Justiça Ambiental (https://rbja.org), principal plataforma nacional de apoio, atuação e pesquisa na área.

Fora do ambiente acadêmico brasileiro, mencionaremos ativistas que refletem sobre e participam de movimentos de justiça ambiental. Francisco Alves Mendes Filho, acreano, mais conhecido como Chico Mendes, foi um ativista e político brasileiro que lutou por melhores condições de vida e de trabalho para os seringueiros e pela

preservação do ambiente natural amazônico. Foi um dos idealizadores das reservas extrativistas e da Aliança dos Povos da Floresta. Recebeu a Medalha de Meio Ambiente da *Better World Society* e o prêmio Global 500 da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1988, mesmo ano em que foi assassinado. Em 2004, nasceu o Instituto Internacional de Pesquisa e Responsabilidade Socioambiental Chico Mendes, que desenvolve pesquisas e ações com foco em conservação e proteção ambiental, vida humana e inclusão social.

Eliete Paraguaçu é marisqueira, pescadora e quilombola, residente da Comunidade Porto dos Cavalos, da Ilha de Maré, estado da Bahia. É mãe de uma criança contaminada pelos metais pesados cádmio e mercúrio, e milita no movimento dos pescadores. Ela defende o povo negro e o meio ambiente local e do Brasil, participando diretamente da luta por justiça social e contra o racismo ambiental. É membro da Articulação Nacional de Pescadores e Pescadoras.

Antonio Bispo dos Santos, o Nego Bispo, era ativista, pensador e escritor quilombola, autor do livro *Colonização, Quilombos: modos e significados* (Santos, 2015). Como ativista quilombola, esteve ligado à Coordenação Estadual das Comunidades Quilombolas do Piauí (Cecoq/PI) e à Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (Conaq). Atuou a partir das perspectivas comunitárias quilombolas e da luta pela terra, dentro de uma proposta contra-colonial e de biointeratividade, na qual defende um equilíbrio entre as diversas de formas de existir.

Cristiane Faustino, nascida em Fortaleza, Ceará, é ativista socioambiental e dos movimentos feminista e LGBTQAP+ e atua nas temáticas de raça, mulheres, ambiente e território. Integra o Instituto Terramar e a Rede Brasileira de Justiça Ambiental. Trabalha contra as violências e o empobrecimento das populações. Lida com a questão socioambiental e defende os direitos dos povos e comunidades tradicionais.

Ailton Krenak é um intelectual e ativista do movimento socioambiental e de defesa dos direitos indígenas. Nasceu na região do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, território do povo Krenak. Organizou a Aliança dos Povos da Floresta, que reúne comunidades ribeirinhas e indígenas na Amazônia. É comendador da Ordem de Mérito Cultural da Presidência da República e doutor honoris causa pela Universidade Federal de Juiz de Fora, em Minas Gerais, e pela Universidade de Brasília. É autor de livros, como *Ideias para adiar o fim do mundo* (Krenak, 2019), *A vida não é útil* (Krenak, 2020), entre outros. Teve importante participação na Constituinte de 1987-88 e atua na luta pelos direitos indígenas e pela relação harmônica entre humanos e a mãe terra.

Txai Suruí nasceu na terra dos povos Suruí, em Rondônia. É ativista socioambiental e indigenista. Ficou conhecida por ser a única brasileira a discursar na Conferência da Cúpula do Clima (COP-26). Está à frente da Associação de Defesa Etnoambiental (Kanindé), entidade de defesa da causa indígena em Rondônia. A sua atuação é uma das mais emblemáticas no mundo, pois lida com direitos humanos, direito à terra, populações racializadas e enfrentamento às mudanças climáticas. Esses nomes e personalidades do mundo acadêmico e da militância socioambiental, embora não representem todo o campo brasileiro da justiça ambiental, são figuras marcantes dele.

Considerações finais

Argumentamos que os problemas e riscos ambientais no Brasil e no mundo estão ligados diretamente às questões de desigualdade social e racial. Nesse sentido, a luta por justiça ambiental é também uma luta por direitos humanos e condições dignas de viver. Toda e qualquer reflexão sobre os problemas e riscos ambientais deve necessariamente ser realizada em conjunto com o debate social, econômico, racial e estrutural, locais ou globais. A associação do social, do econômico e do ambiental, numa abordagem característica do tripé da sustentabilidade, proporciona ainda mais complexidade ao debate sobre o que é sustentável, sobre os beneficiários da sustentabilidade e sobre as condições para construir uma sociedade sustentável atualmente. Pensar nos grupos sociais que recebem maior carga dos problemas e riscos ambientais e sobre quem ganha visibilidade no debate socioambiental é refletir sobre como a nossa sociedade está estruturada. Leva também a revelar as condições de vida degradantes das pessoas pobres, periféricas e negras. A justiça ambiental ajuda a direcionar o debate sobre como uma sociedade sustentável precisa resolver problemas de distribuição, participação e representação e, ao mesmo tempo, pensar nas condições para a conservação da fauna e flora, e de suas multiespécies.

O texto buscou unir uma breve compreensão histórica, a acadêmica e a dos movimentos sociais ambientalistas e negros no campo da luta por justiça ambiental. Sem pretensões de esgotar o debate, a apresentação panorâmica permite uma primeira aproximação de estudantes com o tema e sugere os caminhos para o seu aprofundamento.

REFERÊNCIAS

» ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. Justiça Ambiental e Cidadania. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

» ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. das. N. O que é Justiça Ambiental? Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2009.

» AGYEMAN, J.; BULLARD, R. D.; EVANS, B. (Ed.). Just Sustainabilities: development in an unequal world. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

» BANGLADESH'S Catastrophic Flooding: the climate crisis frontline. The Guardian, 2022. Disponível em: https://www.theguardian.com/news/audio/2022/jul/06/bangladeshs-catastrophic-flooding-the-climate-crisis-frontline. Acesso em: fev. 2023.

» BULLARD, R. D. Confronting Environmental Racism: voices from the grassroots. Boston, MA: South End Press, 1993.

» BULLARD, R. D. Dumping in Dixie: race, class, and environmental quality. 3. ed. Boulder: Westview Press, 2000.

» CAPELARI, M. G. M.; OLIVEIRA, M. T. de.; BORINELLI, B.; OLIVEIRA, B. C. C. M. Environmental Justice: lessons from the water crisis in Brasília, Brazil. Environmental Justice, v. 17, n. 4, p. 234-239, 2024.

» CHAVIS, B.; LEE, C. Toxic Waste and Race in the United States. United Church of Christ Commission of Racial Justice, 2019.

» COLE, L. W.; FOSTER, S. R. From the Ground Up: environmental racism and the rise of the environmental justice movement. New York: NYU Press, 2001.

» COUNTY HEALTH RANKINGS. County Health Ranking, 2022. Disponível em: https://www.countyhealthrankings.org/explore-health-rankings/new-york/bronx?year=2019. Acesso em: fev. 2023.

» FERDINAND, M. Uma Ecologia Decolonial: pensar a partir do mundo caribenho. São Paulo: Ubu Editora, 2022.

KRENAK, A. Ideias para Adiar o Fim do Mundo. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2019.

KRENAK, A. A Vida Não é Útil: ideias para salvar a humanidade. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2020.

LAM, Y. et al. Salinity and Food Security in Southwest Coastal Bangladesh: impacts on household food production and strategies for adaptation. Food Security, p. 1-20, 2022.

LIMA NETO, F.; CASTELANI, C.; OLIVEIRA, C.; MAZZO, A.; PIOVEZAN, S. Chuva recorde deixa 36 mortos, interdita estradas e põe litoral de SP em estado de calamidade. Folha de São Paulo, 2023. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2023/02/crianca-de-7-anos-morre-em-deslizamento-de-terra-em-ubatuba-sp.shtml. Acesso em: fev. 2023.

NYC HEALTH. Bronx Community District 4: highbridge and concourse. NYC, 2015. Disponível em: https://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/data/2015chp-bx4.pdf. Acesso em: fev. 2023.

PELLOW, D. N. Resisting Global Toxics: transnational movements for environmental justice. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

PEZZULLO, R.; SANDLER, P. Environmental Justice and Environmentalism: the social justice challenge to the environmental movement. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

PNUD/ONU. Além do Rendimento, Além das Médias, Além do Presente: desigualdades no desenvolvimento humano no século XXI. Pnud, 2019.

SANT'ANA, J. Verba federal prevista para prevenção de desastres é a menor em 14 anos, diz associação. G1, 2023. Disponível em: https://g1.globo.com/politica/noticia/2023/02/20/verba-prevista-para-prevencao-de-desastres-e-a-menor-em-14-anos.ghtml. Acesso em: fev. 2023.

SANTOS, A. B. D. Colonização, Quilombos: modos e significações. Brasília: INCTI/UnB, 2015.

SCHLOSBERG, D. Reconceiving Environmental Justice: global movements and political theories. Environmental Politics, v. 13, n. 3, p. 517-540, 2004.

SCHLOSBERG, D. Defining Environmental Justice: theories, movements, and nature. Oxford: OUP Oxford, 2007.

SCHLOSBERG, D. Theorising Environmental Justice: the expanding sphere of a discourse. Environmental Politics, v. 22, n. 1, p. 37-55, 2013.

UDDIN, M. J.; JEONG, Y.-K. Urban River Pollution in Bangladesh During Last 40 Years: potential public health and ecological risk, present policy, and future prospects toward smart water management. Heliyon, v. 7, n. 2, e06107, 2021.

19. GÊNERO E SUSTENTABILIDADE

Daniela Nogueira[1]

Resumo

Para tratar do debate sobre a relação entre gênero e sustentabilidade, o presente capítulo está organizado em quatro partes. A introdução contém a operacionalização dos conceitos; a primeira seção discute as condições de dizibilidade e visibilidade do campo teórico-conceitual analisado; a segunda seção problematiza a discussão de gênero como *driver* de sustentabilidade. O texto apresenta a Agenda 2030 para exemplificar essa interação na prática. Ele apresenta também a interface entre gênero e gestão das águas como exemplo concreto dessa relação. Finalmente, o texto apresenta as considerações finais. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como as questões de gênero influenciam a dimensão social da sustentabilidade; (ii) Quais são os impactos das desigualdades de gênero na distribuição de recursos e oportunidades?; (iii) De que maneira o conceito de gênero se relaciona com a evolução do debate sobre desenvolvimento sustentável?; (iv) Qual a importância dos estudos sobre gênero dentro do debate sobre sustentabilidade e como eles impactam a formulação e implementação de políticas públicas?

Introdução

As discussões acerca das questões de gênero e o debate sobre a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento vêm caminhando juntos. Elas compõem um campo que vem ganhando força, consistência e um número crescente de adesões. Pela sua própria natureza e transversalidade, as questões de gênero dialogam com os três pilares do desenvolvimento sustentável (social, ambiental e econômico). Essas questões impactam e são impactadas, evocando uma alta complexidade do debate, tendo em vista o amplo feixe de problemas e relações que ele mobiliza.

Todavia, o tema do gênero se relaciona de maneira mais direta com a dimensão social da sustentabilidade, pois o debate acerca da equidade social é central para abordar as questões de gênero. Isso ocorre porque essas questões se inscrevem em relações sociais de sexo ancoradas em tradições culturais que resultam em desigualdades de oportunidades de educação, de trabalho, de organização social, de participação política e de acesso e controle dos recursos naturais. Isso resulta em assimetrias de renda e de acesso aos serviços básicos e, consequentemente, em padrões fundamentalmente desiguais de socialização do bem-estar.

Assim como no debate acerca da sustentabilidade, falar sobre gênero significa entrar em um campo interdisciplinar do saber que se constituiu a partir do diálogo entre diversas áreas do conhecimento, quais sejam: sociologia, antropologia, ciência política, economia, direito, psicologia, entre outras.

Para abordar essa discussão, é preciso primeiramente distinguir as categorias gênero e mulher, ou mulheres. O termo mulher diz respeito ao sexo biológico, enquanto a categoria gênero se refere à identidade sexual. É necessário também distinguir as categorias sexo e gênero. Enquanto a categoria sexo demarca o que é ser mulher ou fêmea e o que é ser homem ou macho, o gênero trata daquilo que pertence ao campo do feminino, do masculino ou que se encontra na interface entre os dois, conforme o esquema apresentado no Quadro 1.

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável e Programa de Gestão e Regulação em Recursos Hídricos, Universidade de Brasília

Quadro 1 – Diferenças entre sexo e gênero

Sexo	Gênero
biológico	cultural
função de reprodução	função de organização social
diferenças orgânicas	diferenças socioculturais
geneticamente determinado	socialmente construído

Fonte: Adaptado de material didático desenvolvido pela autora para o Curso em EaD "Água e Gênero" da Agência Nacional de Águas e Saneamento (http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7694)

A categoria gênero é elemento central da organização social construída nas diferentes culturas, a partir da distinção e hierarquização do que é considerado como pertencente ao mundo masculino ou ao mundo feminino. Para destacar a dimensão cultural que permeia o conceito de gênero, vale mencionar o que Michel Foucault (1926-1984) denomina de condições de dizibilidade e visibilidade de um dado objeto ou campo de estudo. Para ele, o pensamento é uma realidade historicamente constituída, não tem estatuto ontológico e é correlato às constelações de poder-saber que definem as condições de possibilidade de discursos e práticas em um determinado momento da história (Foucault, 2004).

Gênero e sustentabilidade: condições de dizibilidade e visibilidade

Para Foucault, falar em condições discursivas significa dizer que nem sempre foi possível falar do que falamos hoje e da forma que falamos. Trata-se, portanto, de um processo histórico, o que significa dizer que nem sempre foi aceitável, por exemplo, falar de um modelo de desenvolvimento que levasse em consideração os limites planetários; isso só se tornou possível à medida que se formou uma consciência sobre a finitude dos recursos naturais. Isso aconteceu graças, de um lado, ao fortalecimento do movimento ambientalista e, de outro, graças à institucionalização e ao amadurecimento da discussão acerca dos caminhos para o desenvolvimento sustentável (DS).

É possível traçar o mesmo paralelo com as questões de gênero, pois nem sempre foi possível e aceitável falar sobre direitos, equidade e desnaturalização das desigualdades sociais. Conforme afirma Machado (1994, p. 2), "a emergência de um campo [...] definido por privilegiar os estudos sobre mulheres, os estudos sobre as relações sociais de sexo ou de gênero ('gender') é recente e devedora dos movimentos sociais feministas e de 'liberação das mulheres' dos anos setenta". Esses movimentos, ao introduzirem novas perspectivas e interrogações, reivindicam um caráter inovador em face da tradição dos saberes disciplinares. Todavia, para além das diferenças, as várias correntes dão uma contribuição comum que diz respeito à projeção das mulheres como sujeito político e crítico capaz de "[...] repensar as noções e os usos da alteridade e da subjetividade nas modalidades de fazer ciência e filosofar" (Machado, 1994, p. 6).

No que diz respeito ao campo intelectual brasileiro de "estudos sobre mulheres" e "estudos sobre gênero", ele se constitui na interlocução com "[...] autoras(es) do campo intelectual americano dos *'women's studies'* e dos *'gender studies'*, e do campo intelectual francês das 'pesquisas feministas', 'pesquisas sobre mulheres', 'estudos femininos' e 'estudos sobre as relações sociais de sexo'" (Heilborn; Sorj, 1999; Machado, 1994, p. 7). Por isso, tanto o campo dos estudos de gênero quanto o campo do meio ambiente são tributários do processo de democratização das sociedades modernas e de seus avanços e recuos nas últimas décadas. Todavia, a despeito da consolidação do campo dos estudos sobre gênero e sustentabilidade, há um descompasso entre o reconhecimento da discursividade do campo e a operacionalização de categorias que traduzam esse discurso na formulação de uma agenda governamental pautada por iniciativas, como programas e políticas de meio ambiente que incorporem uma perspectiva de gênero.

Gênero e sustentabilidade, assim como democracia, participação, sociedade civil e DS, formam um conjunto de termos e expressões inserido na agenda política nas últimas décadas. Fruto de dinâmicas sociais diversas, eles são usados nos mais variados contextos. A despeito dessa popularização do termo gênero em determinados espaços, os desafios de traduzir a complexidade da "incorporação da perspectiva de gênero" ou ainda do "recorte de gênero" em termos operacionais são ainda pouco enfrentados. Isso tem deixado lacunas e contribuído para o esvaziamento e consequente desgaste do tema, fortalecendo resistências e dificultando o reconhecimento da importância da questão, que tem relevância para que as políticas públicas alcancem maior efetividade.

Gênero – *driver* de sustentabilidade

A análise aqui esboçada da configuração desses dois campos do saber é necessária para entender os fundamentos em que estão ancorados tais estudos na agenda política e na pesquisa contemporânea nacional e internacional. Isso é necessário para formular e implementar políticas públicas e para analisar a sua interação e impacto na construção da sustentabilidade, objetivo maior deste capítulo (Nogueira, 2009).

Primeiramente, é preciso destacar que a discussão acerca da sustentabilidade vai muito além da relação com o meio ambiente e da preservação dos recursos naturais. Ela pressupõe o reconhecimento da centralidade da justiça ambiental e da constatação de que a crise ambiental, seja pelo escasseamento dos recursos naturais, seja pela desestabilização dos ecossistemas, afeta de modo diferente e muitas vezes de forma desigual e injusta os diversos grupos sociais (Acserald *et al*., 2009). Portanto, não há como falar em DS sem evocar a urgência histórica de uma sociedade mais justa e equilibrada e sem reconhecer o princípio da equidade e, consequentemente, da igualdade de gênero como um pilar da sustentabilidade.

Dois caminhos convergem para ilustrar a importância dos estudos sobre gênero dentro do debate sobre sustentabilidade. Um deles é a relação das mulheres com o meio ambiente, a partir do reconhecimento delas como principais responsáveis pelo manejo dos recursos naturais. Na busca pela preservação do planeta, elas passaram a ser reconhecidas como aliadas estratégicas (Ávila *et al*., 2016). O segundo caminho diz respeito ao impacto da perda da biodiversidade para populações em situação de vulnerabilidade e, particularmente, para o aumento da pobreza em geral e da feminização da pobreza, em particular. Estudo do Trata Brasil (2022) estima que 51,8% da população abaixo da linha da pobreza são mulheres e 48,2% são homens.

Iniciativas em diversas escalas para tornar as ações das mulheres mais sustentáveis são uma alternativa. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e a Convenção para a Diversidade Biológica elaboraram um "Plano de Gênero" para o período 2015-2020, destacando a importância do gênero para a manutenção da biodiversidade, em publicações como "Las mujeres, la salud y el médio ambiente: equidad de género y el médio ambiente" (Ávila *et al*., 2016 *apud* Nuestro Planeta, 2004).

Ao analisar o escopo de programas de desenvolvimento, como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) e o Pnuma, entre outros, fica clara a importância crescente dada ao gênero como estratégia global para reduzir os impactos sobre os recursos naturais, melhorar a gestão do meio ambiente e diminuir a pobreza. A proliferação de planos e estratégias para alcançar a igualdade de gênero se traduz em agendas globais, como a Agenda 2030 para o DS, examinada a seguir.

A Agenda 2030 na interface entre gênero e sustentabilidade

Um exemplo concreto dessa interação é a Agenda 2030, especialmente a interface que ela propõe entre gênero e a gestão das águas. No Brasil, a água é sinônimo de abundância, mas também de desigualdade. O debate acerca das desigualdades sociais é central para discutir o lema da Agenda 2030 – "não deixar ninguém para trás". Trazer essa discussão para pensar a articulação entre o "ODS 5 – Igualdade de Gênero" e o "ODS 6 – Água Potável e Saneamento" é um caminho para abordar a relação entre gênero e sustentabilidade.

A água é um vetor estratégico de desenvolvimento. Problemas relacionados à qualidade e à quantidade da água vêm afetando os mais diferentes setores da sociedade. Nesse cenário, a busca pela segurança hídrica se torna um imperativo da sustentabilidade, e as políticas públicas devem buscar a democratização do acesso à água. A existência do princípio da equidade social como pilar da gestão integrada de recursos hídricos está diretamente relacionada com o fato de a água ser uma necessidade humana básica. A Assembleia Geral das Nações Unidas também reconhece esse princípio como parte dos direitos dos humanos à vida. A Resolução A/RES/64/292 da ONU, de 28 de julho de 2010, declarou a água limpa e de oferta segura e o saneamento como direitos humanos essenciais para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos.

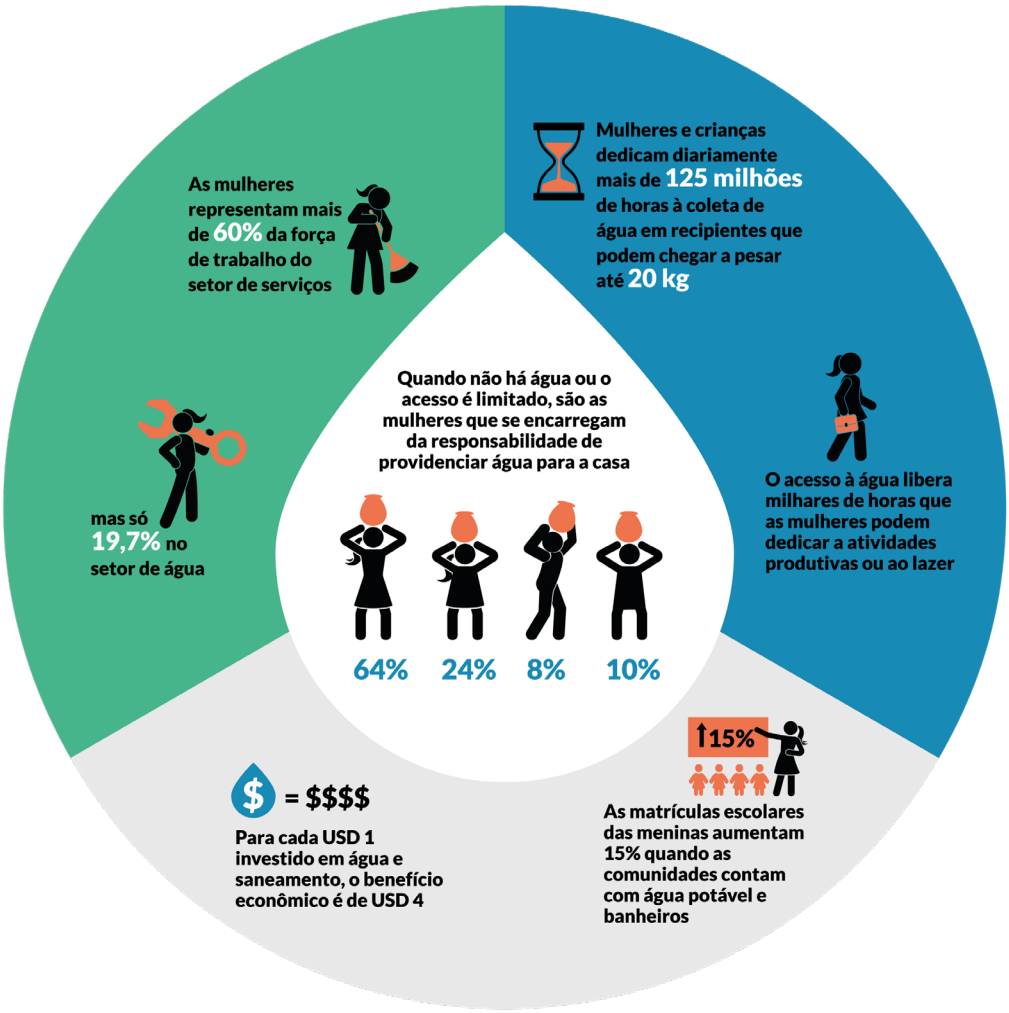
No caso específico de questões relacionadas a gênero, o relator especial das Nações Unidas sobre o Direito Humano à Água Potável e o Esgotamento Sanitário, Léo Heller, ressaltou a necessidade de uma "abordagem transformadora como pré-requisito para atingir enfim a igualdade de gênero na fruição dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário". Destacou também as necessidades específicas das mulheres e de outros grupos vulneráveis, como crianças, indígenas, idosos, entre outros, pois o acesso aos serviços de água e saneamento fortalece a capacidade adaptativa desses grupos. Iniciativas nesse sentido alcançam famílias e comunidades e se tornam vetores estratégicos do desenvolvimento ao enfrentar determinantes materiais e estruturais que reproduzem as desigualdades sociais (United Nations, 2017, p. 1).

Para entender como essa agenda de gênero e água se articula com a sustentabilidade, é necessário compreender como essa discussão é tratada no âmbito da governança global. A Agenda 2030, instrumento de cooperação internacional para o desenvolvimento, pode impactar as diversas realidades nacionais, potencializar a inclusão e garantir os direitos de meninas e mulheres à água.

Os eventos críticos relacionados à água, como escassez ou inundações, afetam diretamente os grupos mais pobres e vulneráveis, que dependem mais dos recursos naturais. Esse impacto se torna ainda mais relevante diante das mudanças climáticas. A dependência dos recursos naturais faz com que esses grupos sejam mais vulneráveis, pois estão expostos às mudanças climáticas e são mais sensíveis devido às suas atividades. Isso os torna mais suscetíveis aos impactos da intensificação de secas ou chuvas prolongadas. Assim, é importante articular essa discussão com o ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima, em especial com a meta 13.b, que visa promover mecanismos para o desenvolvimento de capacidades de planejamento e gestão eficazes relacionados às mudanças climáticas nos países do Sul Global, com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2016) publicou dados que permitem estimar que em 64% dos casos nos quais ocorre escassez de água, as mulheres são as responsáveis pela provisão dela para uso doméstico. Por outro lado, as matrículas escolares das meninas crescem 15% nas comunidades com acesso à água potável e a banheiros, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Infográfico: "A água tem gênero?"



Fonte : Banco Interamericano de Desenvolvimento (2016)

Tendo em vista que as mulheres pertencentes a grupos sociais que vivem à margem da sociedade são reconhecidas como mais vulneráveis, a escassez de água impacta as suas vidas e as de suas famílias de forma mais direta. A inclusão desse tipo de questões nas políticas públicas em geral, e em particular nas políticas de água, contribui para aumentar a segurança hídrica, para criar sistemas de fornecimento de água mais resilientes e robustos e, consequentemente, para incrementar a sustentabilidade.

Considerações finais

O presente capítulo teve como objetivo organizar o debate sobre a relação entre gênero e sustentabilidade a partir da operacionalização desses conceitos e de suas condições de discursividade. Ele buscou pontuar a dimensão de gênero como uma condição necessária da sustentabilidade, pois é preciso pensar o DS a partir de uma perspectiva mais inclusiva, com destaque para a dimensão social e, particularmente, para o princípio da equidade como *driver* de sustentabilidade. Para ilustrar essa discussão, o texto argumentou a necessidade de reconhecer e incorporar a dimensão de gênero nos programas de desenvolvimento e nas agendas globais. Para exemplificar, o texto discutiu a interface entre o ODS 5 – Igualdade de Gênero e o ODS 6 – Água e Saneamento. O capítulo sintetizou esse debate concluindo que, a partir de novas condições de visibilidade e dizibilidade, a articulação entre as categorias gênero e sustentabilidade é parte de uma nova prática discursiva de desenvolvimento que aponta para o DS, provendo uma estratégia de intervenção no combate à crise ambiental e tornando visível e enunciável a inclusão do gênero como *driver* de sustentabilidade em políticas e iniciativas ambientais globais.

REFERÊNCIAS

» AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Curso em EaD “Água e Gênero”. Material didático, 2022. Disponível em: http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/7694).Acesso em: 01 dez. 2024.

» ÁVILA, D. A.; RIBEIRO, P. R. C.; HENNING, P. C. O gênero é fundamental para o desenvolvimento sustentável: reflexões sobre a operação de dispositivos em programas globais e seus efeitos para a Educação Ambiental. REMEA – Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, p. 95–119, 2016.

» BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. América Latina e Caribe: água e saneamento. SILVA, A.; SUBIZA, D. (Org.). Folheto. [s.l.]: Banco Interamericano de Desenvolvimento, mar. 2016.

» FOUCAULT, M. A ordem do discurso. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

» HEILBORN, M.; SORJ, B. Estudos de gênero no Brasil. In: MICELI, S. (Org.). O que ler na ciência social brasileira (1970-1995). v. 2 – Sociologia. São Paulo/Brasília: Editora Sumaré/ Anpocs/Capes, 1999.

» MACHADO, L. Campo intelectual e feminismo: alteridade e subjetividade nos estudos de gênero. Série Antropologia, n. 170, Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1994.

» NOGUEIRA, D. Gênero e água – desenhos do Norte, alternativas do Sul: análise da experiência do semiárido brasileiro na construção do desenvolvimento democrático. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

» TRATA BRASIL. O saneamento e a vida da mulher brasileira: relatório de consultoria. 2022.

» UNITED NATIONS. Relatório do Relator Especial sobre o Direito Humano à Água Potável Segura e ao Esgotamento Sanitário. United Nations General Assembly. [s.l.]: UN General Assembly, jul. 2017. A/HRC/33/49, p. 1, 2017.

20. GOVERNANÇA AMBIENTAL

Fabiano Toni [1]
Arnoldo Santos de Lima [1]
Mauro Guilherme Maidana Cappellaro [1]

Resumo

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o conceito de governança ambiental a partir de uma perspectiva histórica. Em complemento, introduz o debate sobre alguns elementos-chave que auxiliam no entendimento do conceito ao mesmo tempo que detalham o campo científico a que a governança ambiental pertence. Por fim, apresenta um caso prático com intuito de ilustrar esse conteúdo. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que é governança ambiental? (ii) Quais são as suas principais características? (iii) Como pensar a sua aplicação em uma situação real?

O que é governança?

Na área de estudos para a qual este capítulo se propõe a contribuir, por vezes nos deparamos com termos que não têm um devido lastro conceitual ou que têm significados múltiplos e disputados por diferentes autores e atores. Frequentemente esses termos viram moda e são apropriados por interesses distintos. Encontramos a própria ideia de desenvolvimento sustentável (DS) tanto em trabalhos de pesquisadores sérios quanto em peças de propaganda de mineradoras, empresas petrolíferas, bancos, entre outros.

Governança virou mais um desses termos ou palavras atraentes, que os anglófonos chamam de *buzzwords*. Ela ganhou destaque após a crise econômica de 2008, quando se intensificaram as discussões sobre a necessidade de se estabelecer uma maior transparência e boas práticas de gestão nas empresas privadas, particularmente do setor financeiro. Isso ganhou o nome de governança corporativa. Mais recentemente, esse uso do termo no ambiente empresarial foi reciclado e surgiu como governança socioambiental, que diz respeito aos mecanismos voltados para boas práticas sociais e ambientais dentro das empresas e em suas relações com fornecedores e consumidores. O uso e o abuso do termo, muitas vezes com o propósito de melhorar a imagem pública de empresas privadas, fez com que o conceito assumisse uma conotação positiva, como se governança fosse sinônimo de boa governança, quando na verdade a governança se traduz em processos que podem ter resultados nulos, positivos ou negativos.

O interesse aqui, contudo, não está no setor privado, mas, sim, em discutir a governança que envolva múltiplos atores, sejam eles públicos, privados ou do terceiro setor e que se relacionam dentro do escopo de atuação socioambiental. Pensando em governança como um processo, partimos do conceito apresentado por Lemos e Agrawal (2006, p. 298), para quem governança ambiental é "o conjunto de processos de regulação, mecanismos e organizações pelas quais os atores políticos influenciam as ações ambientais e seus resultados". Essa definição inclui alguns elementos necessários para entender o que é governança, mas não permite avançar muito, principalmente porque não diferencia governança dos sistemas hierárquicos de tomada de decisão por meio do Estado. Sem isso, governança seria sinônimo de governo e o termo não traria nenhuma novidade. Por isso, usaremos em complemento o conceito

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

apresentado por McGinnis (2011, p. 172), para quem governança ambiental é entendida "como a capacidade de atores se coordenarem para gerirem seus recursos naturais por meio de condições institucionais que os tornem mais efetivos, eficientes e estáveis ao longo do tempo, evitando, dessa maneira, seu esgotamento". O ponto-chave aqui é coordenação entre os atores, que podem incluir e normalmente incluem o Estado, mas que não se limitam a ele.

Nessa linha, compreender o conceito de governança ambiental perpassa dois entendimentos básicos, voltados ao que vamos chamar de lócus de análise e de objeto de análise. O lócus de análise nada mais é do que os estudos de caso com ênfase em temas de meio ambiente. A governança ambiental, nesse sentido, está envolvida diretamente com os problemas, processos e a capacidade de resolver situações que pertencem exclusivamente à esfera ambiental. Exemplos como clima, floresta, recursos hídricos, transporte, vida animal, entre outros, são exemplos de lócus de análise da governança ambiental (Agrawal *et al.*, 2022).

Já o objeto de análise da governança ambiental é estudar e compreender os processos, mecanismos e organizações que fazem – ou tentam fazer – que o uso de recursos naturais e os danos ambientais causados pelos humanos se mantenham dentro de limites toleráveis. Estudar a governança ambiental é estudar os meios pelos quais os atores tentam atingir o objetivo de gerir adequadamente a natureza ou falham nessa missão.

Em linhas históricas, o termo governança é antigo. A sua origem etimológica está no grego, mais precisamente no verbo *kubernân*, que significa guiar ou pilotar, usado por Platão em relação à escolha do conjunto de regras de uma sociedade (Kjær, 2004). Em seu uso original, o conceito de governança era compreendido como sinônimo de sistema de governo. Sistema de governo significa um conjunto de pessoas e um emaranhado de organizações que exercem o poder político em um país e que definem orientações de cunho econômico, social, ambiental, entre outros. A função essencial de um governo é a de organizar a sociedade em torno de funções bem definidas e sob o comando de um chefe, com intuito de manter e defender a ordem das relações sociais por meio da imposição da força. Nesse sentido, a ideia de governo está atrelada à capacidade de construir um ambiente favorável ao desenvolvimento de toda a sociedade que instituiu o próprio governo para geri-la (Bobbio; Matteucci; Pasquino, 2004).

A instituição de um governo pode ser entendida então como a criação do Estado moderno, muito discutida a partir do Iluminismo por filósofos, como Jean Jacques Rousseau, Thomas Hobbes e John Locke. Para eles, os humanos, em algum momento, estabeleceram um contrato social que os tirou do estado da natureza. Isso significou a criação de códigos legais e morais que passaram a orientar as relações humanas. Assim, os humanos superam o estado da natureza, em que cada um age livremente de acordo com os seus interesses e vontades e com base na força. Isso faz nascer a sociedade civil. Para controlar as suas paixões, vontades e impulsos violentos, por meio do contrato social, os humanos renunciam a parte de sua liberdade e a entregam a um ente superior – o Estado. Este passa a ter, segundo a definição de Max Weber, o **monopólio da violência física legítima** (Weber, 2015, p. 61).

Esse conceito de Estado traz implícita a ideia de poder e de hierarquia. Cidadãos não podem usar a força uns contra os outros para resolver as suas disputas. O Estado pode. Ele pode também obrigar os cidadãos a prestar serviço militar, pagar impostos, votar ou até mesmo trabalhar de graça nas eleições. Igualmente, o Estado pode proibir o cidadão de fazer diversas coisas, como portar armas, pescar, caçar ou extrair madeira em áreas públicas e mesmo privadas, dirigir sem habilitação, etc. O Estado tem legitimidade para punir quem deixa de cumprir as suas obrigações ou

quem pratica atos vedados por lei. Além do controle sobre os cidadãos, o Estado moderno tem funções de promover o desenvolvimento e o bem-estar de sua população por meio de políticas de educação, saúde, ciência e tecnologia. Portanto, ao conduzir a sociedade a partir do emprego da força, governo se distingue de governança. O governo até pode fazer parte da governança, mas não pode ser tomado como sinônimo dela.

Ao longo do tempo o conceito de governança passou por diversas mudanças, e os seus diferentes significados estiveram atrelados aos contextos históricos e disciplinares em que foram empregados. Desde a segunda metade do século XX, o conceito foi apropriado por diversos campos do conhecimento que desenvolvem estudos e aplicações na administração de empresas, na administração pública, na ciência política, nas relações internacionais, nas ciências ambientais, nas ciências econômicas, entre inúmeras outras (Bevir, 2012). Cada uma dessas áreas utiliza conceitos próprios de governança, com objetivos particulares e que muitas vezes não dialogam uns com os outros.

Apesar das diferenças e divergências, os diversos conceitos de governança compartilham alguns elementos-chave, detalhados a seguir.

Governança ambiental: elementos-chave da abordagem

A definição de governança aqui apresentada tem algumas características que permitem a sua melhor compreensão conceitual e empírica. Essas características serão tratadas como elementos-chave e nos ajudam a diferenciar governo de governança. Elas são frequentemente usadas também como variáveis nos estudos sobre governança ambiental. Especificamente, estamos falando de oito características: hibridismo, escala, interdependência, ação coletiva, cooperação, aprendizagem, redes e coordenação.

O primeiro elemento-chave é o **hibridismo**. Ele está relacionado com arranjos decisórios que envolvem atores múltiplos e plurais, que podem operar no setor público (Estado), no setor público não estatal, no setor privado, nas organizações da sociedade civil ou em outras instâncias. Lemos e Agrawal (2016) identificam e nomeiam os arranjos decisórios de atores múltiplos e plurais como: (i) parcerias público-privadas, entre Estado e mercado; (ii) cogestão, entre Estado e comunidades; (iii) e parcerias privado-sociais, entre comunidade e mercado. Há outras possibilidades não previstas nos escritos de Lemos e Agrawal (2016), especialmente quando existem arranjos decisórios que envolvem mais de duas categorias de atores. Independente dessas possibilidades, o importante nesse elemento-chave é o foco que ele põe na pluralidade de atores em busca de resolver problemas socioambientais comuns.

O segundo elemento-chave é a **escala**, que diz respeito a como um conjunto plural e múltiplo de atores políticos se distribui em níveis distintos das decisões políticas e das interações sociais. A governança ambiental pode envolver atores em níveis locais/comunitário, regional, nacional e mesmo internacional. Assim, é importante destacar que um ambiente de governança ambiental pode ser formado por diversos atores políticos que se enquadram como grupos de bairros, mas também como agentes internacionais. Nesse sentido, a tomada de decisão em ambiente de governança tende a ocorrer em escalas micro, meso e macro da estrutura sociopolítica, muitas vezes de maneira síncrona, o que aumenta a complexidade das estruturas de coordenação dos atores.

A governança climática oferece um exemplo importante da questão das escalas. Ao mesmo tempo que a tomada de decisão sobre níveis aceitáveis de emissão de gases de efeito estufa ocorre em cúpulas internacionais, as decisões em nível local são

importantes não só para subsidiar as ações no âmbito internacional, mas também para avançar em metas que não puderam ser mais rígidas por falta de acordo entre países. Nos Estados Unidos, por exemplo, após o recuo do presidente Donald Trump sobre a participação do país no Acordo de Paris, condados, estados e empresas privadas se uniram em torno de uma agenda propositiva para atender às exigências do acordo. Cidades como New York e o estado da Califórnia construíram os seus próprios planos de contenção de emissões e se uniram em torno de coalizões para acelerar as ações climáticas no país.

O terceiro elemento-chave é a **interdependência**, que diz respeito ao grau em que cada um dos atores sociais envolvido em um processo decisório depende dos recursos e, consequentemente, das decisões de outros atores para alcançar o seu objetivo comum. Quanto maior o grau de dependência de recursos entre atores para atingir um determinado objetivo, e quanto maior a dificuldade de substituir esse recurso específico, maior o grau de interdependência entre eles. Se um ator só depende de seus próprios recursos para atingir um objetivo, não há vínculo de interdependência entre ele e os demais atores. Recurso é entendido como todo o conjunto, formal ou informal, de meios para atingir objetivos específicos. Pode incluir: dinheiro, organização, conhecimento e habilidades específicas, autoridade, legitimidade, capacidade estratégica, poder de mobilização, entre inúmeros outros (Bevir, 2007).

O quarto elemento-chave é a **ação coletiva**. A principal preocupação dos estudos da ação coletiva é explicar quais são os fatores que facilitam ou dificultam o trabalho conjunto dos indivíduos, a fim de alcançar objetivos comuns. As explicações para o alcance (ou não) de objetivos comuns por grupos aparecem com maior intensidade na literatura a partir dos resultados de estudos sobre a interação entre atores racionais, cujas decisões afetam uns aos outros. Um pilar desses estudos é The Logic of Collective Actions: public goods and the theory of groups, livro do economista Mancur Olson (1932-1998), publicado em 1965. Ele trata de um paradoxo muito comum em grupos sociais: indivíduos que têm um interesse comum dificilmente conseguem trabalhar em conjunto para alcançar os seus objetivos. O autor usa como exemplos a dificuldade de trabalhadores formarem sindicatos, e de empresários concorrentes fixarem os preços de seus produtos para aumentar as suas margens de lucro.

Esse paradoxo da racionalidade individual tem sido estudado por matemáticos, psicólogos e economistas, que construíram uma abordagem conhecida como a teoria dos jogos. A modelagem da teoria dos jogos busca prever comportamento de dois ou mais atores racionais que compartilham um interesse comum, mas que tomam decisões de maneira independente. A teoria dos jogos é usada para explicar, por exemplo, as dificuldades de chegar a acordos que envolvam a renúncia ou a redução do consumo de um recurso natural, ou o controle da emissão de um poluente.

O quinto elemento-chave é a **cooperação** entre indivíduos envoltos em ação coletiva. A teoria dos jogos permitiu importantes avanços para entender como o comportamento cooperativo pode se tornar dominante em grupos de atores interdependentes (Agranoff; Mcguire; Silvia, 2013; Fiani, 2011). Um trabalho seminal nesse sentido é o de Axelrod (1984), que demonstrou a importância da continuidade e da repetição das interações, bem como de seu histórico e da difusão das informações sobre esses processos interativos para o aprimoramento da cooperação. Em outras palavras, a capacidade de aprendizagem dos atores pode desenvolver a confiança mútua necessária à cooperação. Olson (1965), por sua vez, ressalta que a cooperação tem maiores chances de prosperar em grupos sociais pequenos, em que é mais fácil monitorar e sancionar o comportamento dos indivíduos. Além disso, é possível criar incentivos adicionais para a cooperação, bem como excluir aqueles que se beneficiariam da ação coletiva sem terem contribuído para que ela ocorra, os chamados free riders.

O sexto elemento-chave da governança ambiental é a **aprendizagem**. Isso significa uma mudança da compreensão do indivíduo/ator sobre um determinado fenômeno ou problema presente na ação coletiva em que se vê inserido. Essa mudança leva o indivíduo a modificar a sua atitude e o seu comportamento. No caso da aprendizagem social, o processo de mudança não se limita ao indivíduo, pois é vivenciado por unidade sociais mais amplas, que podem ser pequenas comunidades, a população de um município, os usuários de uma bacia hidrográfica ou até mesmo toda uma nação. O aprendizado se dá pela interação social entre os indivíduos, que pode ocorrer pelo contato direto, como é o caso de processos participativos, ou pela aquisição de informações por meios de comunicação (Reed et al., 2010).

Advindo do campo da psicologia e muito popular na biologia da conservação, o conceito de aprendizagem está estreitamente relacionado à capacidade de adaptação e de mudança dos atores e dos arranjos estruturais que facilitam ou impedem que a governança ambiental atinja seu objetivo. O conceito de aprendizagem passa pela introdução de novas informações, pela reinterpretação das ações realizadas num período pretérito, pela construção de novas ideias e caminhos para resolução das demandas ambientais e, por fim, pela mudança nos arranjos estruturais da governança. Passa também por compreender a governança ambiental como mutável, no sentido de que arranjos que sejam efetivos num determinado momento histórico podem deixar de ser no futuro devido a mudanças no contexto sociopolítico ou nos problemas ambientais.

O sétimo elemento-chave é a **formação de redes**. Por derivação dos conceitos de hibridismo, escala e interdependência, a governança ambiental se constitui também a partir da formação de redes. O entendimento de rede, para esse contexto, diz respeito a relacionamentos e interações de atores interdependentes que atuam em múltiplas escalas para resolver problemas socioambientais complexos e mutáveis. Tais relacionamentos e interações têm como objetivo alcançar a ação coletiva que leve ao bom uso dos recursos naturais. As interações em rede geram trocas e compartilhamentos de valores, crenças e preferências entre os atores. Elas podem gerar também conflitos, na medida em que existam entre os atores desigualdades de recursos, de interpretações e de poder. Vale destacar que a interação de múltiplos atores interdependentes não se dá em formato hierárquico, mas especialmente de maneira horizontal e com diluição do poder de decisão entre atores espalhados por diversos pontos da rede (Calmon; Costa, 2013).

A construção de protocolos de desempenho dos atores é essencial para o funcionamento adequado da rede. O trato das regras, dos fluxos e das arenas de interação é fundamental para a condução adequada das interações. Além disso, a presença de atores que intermediam relações entre membros da rede e de mecanismos de resolução de conflitos e de mediação é outro elemento que aparece constantemente na literatura como facilitador das interações de atores em rede.

O oitavo e último elemento-chave é o da coordenação (Peters, 2013; Souza, 2018). Entendida como a capacidade de orientar e ordenar os desempenhos de atores interdependentes para alcançar objetivos comuns, a coordenação é importante por proporcionar ações uniformes e coerentes. Como resultados, há a redução dos custos transacionais e de riscos, a maior eficiência dos processos e a entrega de resultados mais ajustados aos objetivos e metas previstas. Parte-se do pressuposto, portanto, que cada ator participante dos processos de governar não tem os mesmos objetivos, metas ou formas de atuação. Isso exige mecanismos que tentem alinhar expectativas e convergir interesses particulares dentro das ações coletivas (Bridge; Perreault, 2009; Peters, 2013).

Na sequência, apresentamos um projeto que ajuda a entender a aplicação do conceito de governança aqui apresentado e que ilustra alguns elementos discutidos nesta seção.

Um caso de governança ambiental: o Programa Cultivando Água Boa

O Programa Cultivando Água Boa foi criado em 2003 pela Itaipu Binacional com o objetivo de promover a segurança hídrica, a conservação dos recursos naturais e a qualidade de vida nas comunidades que vivem na área de influência da Usina Hidrelétrica Itaipu. Por trás do programa estava uma preocupação muito grande da empresa com a conservação do solo, pois a erosão pode reduzir significativamente a vida útil do reservatório da usina. O programa ganhou o prêmio da ONU-Água, na categoria de melhor prática de gestão dos recursos hídricos em 2015.

O programa teve início com a modificação da missão institucional e dos objetivos estratégicos da Itaipu. Para além do aproveitamento energético, a empresa Itaipu Binacional expandiu os seus objetivos para atender a necessidades de responsabilidade socioambiental e desenvolver novas tecnologias sustentáveis na região de impacto da usina. Nasceu, portanto, para tratar dos passivos ambientais e sociais na região de influência da usina. Para tanto, teve como objetivos promover:

1. *a quantidade e a qualidade das águas, com proteção, manejo e conservação dos solos e das águas;*

2. *a preservação, recuperação e conservação da biodiversidade, em especial por meio da recuperação de matas ciliares e da formação de corredores de biodiversidade;*

3. *o restabelecimento dos fluxos ambientais;*

4. *o fortalecimento da agricultura familiar;*

5. *novos arranjos produtivos locais;*

6. *sistemas de produção diversificados e limpos, agroecológicos, que resultam em alimentos de qualidade, em especial para uso pela alimentação escolar;*

7. *a educação ambiental formal, não formal e informal;*

8. *novos padrões de produção e consumo;*

9. *a consolidação da cultura da água e da ética do cuidado, estabelecendo a estreita relação entre o desafio da sustentabilidade planetária e a necessária ação local, a partir de uma visão holística, integral e integrada da relação dos humanos com o seu meio, em que a sustentabilidade é uma resultante de novos modos de ser/sentir, viver, produzir e consumir.*

O programa contou com a participação de 2.200 parceiros, entre órgãos do governo federal, estadual e municipal, instituições de ensino e pesquisa, ONGs, cooperativas e associações comunitárias. Com área de atuação de 800 mil hectares na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, o projeto englobou 29 municípios, 35 mil propriedades rurais e mais de 1 milhão de pessoas (Boff, 2018).

Essa rápida apresentação do programa, sem adentrar em detalhes de metodologia e resultados, nos ajuda a entender diversas questões relacionadas à governança ambiental. Primeiro, as atividades sustentáveis rurais e urbanas no entorno da usina podem facilmente ser caracterizadas como uma ação que busca resolver problemas

socioambientais complexos. Mudanças na vazão do rio, na disponibilidade de peixes, nas atividades agrícolas, no turismo e na economia ribeirinha fazem parte de um conjunto de problemas que surgiram com a construção da usina. A quantidade de atores, as incertezas sobre as consequências das mudanças ambientais e os pontos de vista divergentes sobre estratégias para resolver esses problemas demarcam a sua complexidade.

A abordagem do programa teve a clara intenção de coordenar um conjunto grande de pessoas que sofreram impactos da construção da usina. A pluralidade de atores envolvidos, as diferenças de posição política entre eles e a necessidade de trabalhar em conjunto para lidar com impactos antigos que atingem todos ao mesmo tempo denotam claramente a existência de um ambiente de governança ambiental.

Mas a governança ambiental não é dada de antemão – é um processo de aprendizado. Para que ela ocorresse no caso do Rio Paraná, foi necessário que mais de 2.200 atores percebessem que estavam envolvidos num processo de ação coletiva. Tal processo buscou incentivar o trabalho conjunto dos diversos participantes para que atingissem objetivos em comum. O trabalho conjunto, por sua vez, exigiu sobremaneira ações de cooperação entre os atores. A cooperação é elemento essencial para a construção da governança, pois ela incentiva o surgimento de ambientes mais seguros, com baixo risco de perdas materiais, financeiras e de tempo investido no programa. A cooperação é o amálgama que une atores heterogêneos a um ambiente coordenado de ação coletiva que atinja objetivos em comum.

A cooperação não é fácil de se atingir e tem custos para os atores envolvidos. No caso discutido, a empresa Itaipu Binacional arcou com grande parte desses custos, pois tinha forte interesse na conservação dos solos no entorno do reservatório da usina. Ainda que os proprietários rurais também se beneficiem das práticas conservacionistas, para muitos seria racional não investir em boas práticas agrícolas e maximizar os seus ganhos imediatos. De fato, o que se viu muitos anos após o início do programa, apesar de seu sucesso, foi um grande número de agricultores destruindo os terraços de contenção de erosão para poder utilizar máquinas colhedoras de grãos cada vez mais largas, que reduzem os custos da colheita. Ainda que repleto de dificuldades, este é um caso importante que apresenta as bases da governança ambiental.

Considerações finais

Neste capítulo foi apresentado o conceito de governança ambiental. Na primeira seção, discutiu-se o motivo principal da disseminação do conceito de governança no circuito acadêmico nos últimos 20 anos e as diferenças que o conceito apresenta a depender do campo de conhecimento e da época em que está sendo utilizado. Buscou-se, em complemento, delimitar o conceito de governança ambiental a partir de uma definição específica para o campo das ciências ambientais. Na segunda seção, foram apresentados os oito elementos-chave que ajudam a compreender melhor o conceito geral de governança ambiental. Na última seção, discutiu-se a governança ambiental a partir de um caso prático: o Programa Cultivando Água Boa, realizado pela empresa Itaipu Binacional no Rio Paraná. Com isso, espera-se abrir caminhos para discutir os fundamentos e as aplicações do conceito de governança ambiental.

REFERÊNCIAS

» AGRANOFF, R.; MCGUIRE, M.; SILVIA, C. Governance, Networks and Intergovernmental Systems. In: ARARAL, E.; FRITZEN, S. et al. (Ed.). Routledge handbook of public policy. UK: Routledge, 2013. p. 361-373.

» AGRAWAL, A. et al. From environmental governance to governance for sustainability. One Earth, v. 5, n. 6, p. 615-621, 2022.

» AXELROD, R. The Evolution of Cooperation. New York: Basic Books, 1984.

» BEVIR, M. Encyclopedia of Governance. UK: Sage Publications, 2007.

» BEVIR, M. Governance: a very short introduction. UK: Oxford University Press, 2012.

» BOBBIO, N.; MATTEUCCI, N.; PASQUINO, G. Dicionário de Política. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 674 p.

» BOFF, L. Sustentabilidade: o que é – o que não é. Editora Vozes Limitada, 2018.

» BRIDGE, G.; PERREAULT, T. Environmental Governance. In: CASTREE, N.; DEMERITT, D. et al. (Ed.). A Companion to Environmental Geography. UK: Wiley-Blackwell, 2009.

» CALMON, P.; COSTA, A. T. M. Redes e Governança das Políticas Públicas. Revista de Pesquisa em Políticas Públicas, n. 1, p. 1-29, 2013.

» FIANI, R. Cooperação e conflito: instituições e desenvolvimento econômico. Elsevier Brasil, 2011.

» KJÆR, A. M. Governance. London: Polity. 2004.

» LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A. Environmental governance. Annu. Rev. Environ. Resour., v. 31, p. 297-325, 2006.

» LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A. Governança Ambiental. In: SILVA, S. D.; SAYAGO, D. et al. (Ed.). Ensaios em Ciências Ambientais: crises, riscos e racionalidades. Rio de Janeiro: Garamond, 2016. p. 77-115.

» MCGINNIS, M. D. An Introduction to IAD and the Language of the Ostrom Workshop: a simple guide to a complex framework. Policy Studies Journal, v. 39, n. 1, p. 169-183, 2011.

» OLSON, M. Logic of collective action: public goods and the theory of groups (Harvard economic studies, v. 124). Harvard University Press, 1965.

» PETERS, B. G. O que é Governança? Revista do TCU, n. 127, p. 28-33, 2013.

» REED, M. S.; EVELY, A. C.; CUNDILL, G.; FAZEY, I. et al. What is social learning? Ecology and society, v. 15, n. 4, 2010.

» SOUZA, C. Coordenação de Políticas Públicas. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2018.

» WEBER, M. Ciência e Política: duas vocações. Tradução de Marco Antônio Casanova. São Paulo: Martin Claret, 2015. (Coleção a obra-prima de cada autor).

21. REDES E SUSTENTABILIDADE

Andrés Burgos [1]
Renata Távora [1]
Frédéric Mertens [1]

Resumo

Este capítulo apresenta as principais contribuições da ciência das redes para o enfrentamento dos complexos desafios da sustentabilidade. Ele focaliza duas abordagens: (i) a análise de redes sociais (ARS), que visa compreender de que maneira certos fenômenos sociais, como a difusão de informações, a adoção de novas práticas e a mobilização comunitária ou a governança ambiental, contribuem para a sustentabilidade; e (ii) a análise das redes socioecológicas (RSE), que estuda as complexas relações ser humano-natureza em múltiplos níveis e os seus impactos sobre as diversas dimensões da sustentabilidade. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O que é a ciência das redes e quais são suas aplicações práticas na análise de questões de sustentabilidade?; (ii) Quais temas de sustentabilidade podem ser investigados por meio da análise de redes sociais e quais propriedades dessas redes são mais relevantes para essa exploração? e; (iii) O que caracteriza as redes socioecológicas e como sua abordagem pode auxiliar na gestão dos recursos naturais e nas soluções para desafios ambientais contemporâneos?

Introdução

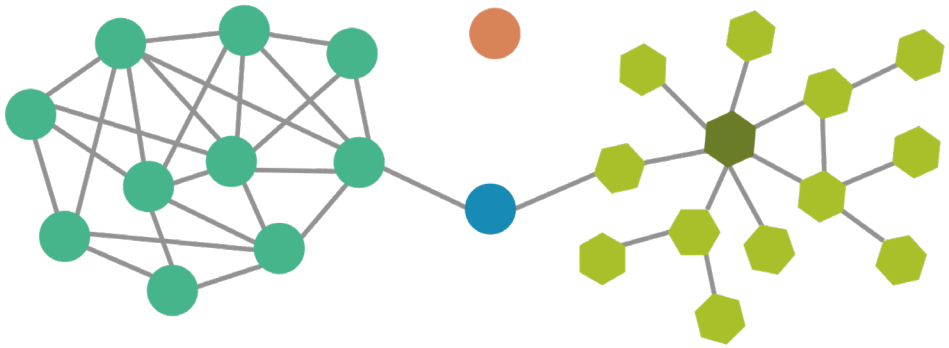
A ciência das redes é um campo de pesquisa interdisciplinar que analisa conjuntos de elementos e as relações entre eles (Brandes *et al.*, 2013). Esse campo tem as suas raízes na sociologia da década de 1930, mais particularmente numa escola sociológica preocupada com as maneiras como os indivíduos interagem e influenciam uns aos outros. A obra seminal de Jacob Levy Moreno (1934) introduziu a "sociometria", que retrata as estruturas sociais como diagramas de rede ou "sociogramas". Ele foi pioneiro em elaborar a terminologia de pontos, linhas e conexões para representar as diferentes estruturas de rede, formadas pelas relações entre os elementos. Esse tipo de abordagem ficou conhecida como "análise estrutural" e está presente em quase todos os campos da ciência (Freeman, 2004).

Desde o fim da década de 1970, os estudos das redes ultrapassaram as fronteiras disciplinares. Os principais marcos teóricos e metodológicos são os estudos sobre a força dos laços fracos (Granovetter, 1973), a estrutura de comunidades (Wellman, 1979), as medidas de centralidade (Freeman, 1979), além dos trabalhos introdutórios sobre os princípios, terminologias e métodos convencionalmente empregados para a análise das redes sociais (Scott, 2000; Wasserman; Faust, 1994). Mais recentemente, novos grupos de pesquisa se dedicaram a analisar as relações que as pessoas estabelecem com os seus ecossistemas. Essa vertente de pesquisa vem contribuindo para o desenvolvimento dos campos acadêmicos da governança ambiental, da adaptação e da resiliência dos sistemas socioecológicos (Bodin, 2017).

1 Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília

De modo geral, nos estudos que abordam as questões da sustentabilidade, as redes são compostas por um conjunto de elementos que podem ser de natureza social (pessoas, organizações, países) ou de natureza ecológica (espécies, *habitats*, unidades de conservação). Esses elementos são chamados de nós e são conectados entre si por um ou vários tipos de relações chamadas também de vínculos ou laços.
A Figura 1 apresenta um exemplo de rede social formada por 25 indivíduos, na qual se destacam dois grupos, um com 12 mulheres (nós esféricos) e outro com 13 homens (nós hexagonais). As linhas indicam as relações entre eles. Uma mulher está isolada (nó roxo), pois não tem relação com quaisquer indivíduos da rede. Um homem (nó vermelho) se destaca como "hiperconector" ou ator central entre os homens. Uma mulher (nó azul) é um ator-ponte, pois conecta os dois grupos.

Figura 1 – Representação de uma rede social



Fonte: Elaboração dos Autores

Redes sociais e comportamentos sustentáveis

Apesar da crescente conscientização sobre as questões ambientais nas sociedades atuais, ainda existem fatores que freiam a adoção de práticas que contribuem para a sustentabilidade (Roysen; Mertens, 2019). As redes moldam os processos de influência social e viabilizam o acesso a informações sobre temas ambientais, conselhos, suporte, confiança e motivação, essenciais para a difusão e a adoção de práticas sustentáveis. A seguir, destacamos três temas para os quais a ARS é relevante para compreender os determinantes da adoção e da difusão de práticas sustentáveis.

O primeiro tema aborda o papel das redes sociais na circulação de informações sobre questões ambientais. A difusão de informações dentro de uma rede social depende tanto dos papéis e das conexões de cada indivíduo quanto da estrutura da rede como um todo (Valente, 2012). Conforme ilustrado na Figura 1, os hiperconectores (nó vermelho) são pessoas centrais, por conta do alto número de suas conexões e porque podem facilitar os fluxos de informação. O posicionamento desses atores nas redes é estratégico para influenciar processos, difundir informações e executar objetivos de conservação (Mbaru; Barnes, 2017). Já a horizontalidade, que caracteriza redes nas quais todos os indivíduos estão conectados entre si e têm aproximadamente o mesmo número de relações (Figura 1, rede verde), possibilita que a informação circule facilmente e alcance todos os membros. Essa propriedade é essencial para garantir a equidade no acesso a informações ambientais e a questões de desenvolvimento (Burgos; Mertens, 2017; Mertens *et al.*, 2005).

O segundo tema tem como foco o papel da força das relações na adoção de práticas sustentáveis. A força dos laços pode ser definida a partir das caraterísticas das relações, entre elas tempo de existência, intimidade, intensidade, confiança e reciprocidade (Granovetter, 1973). Laços fracos correspondem, frequentemente, às relações entre grupos distintos, que podem estar conectados por meio de atores-ponte (Figura 1, nó azul). Tais redes costumam exibir estruturas abertas (Figura 1, rede laranja), que permitem o acesso a espaços sociais diversos e a novas ideias (Granovetter, 1973). Por outro lado, os laços fortes costumam conectar indivíduos dos mesmos grupos sociais e são cruciais para traduzir os conhecimentos em práticas (Friedkin, 1980). Em geral, indivíduos conectados por meio de laços fortes compartilham perspectivas e valores semelhantes, se influenciam mutuamente com facilidade, são capazes de comunicar tarefas complexas uns aos outros, se apoiam mutuamente e confiam mais nas informações comunicadas (Prell *et al.*, 2009). Por exemplo, um estudo demonstrou que os laços fortes entre membros de uma comunidade ribeirinha da Amazônia brasileira eram essenciais para garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros e viabilizar a segurança alimentar comunitária no longo prazo (Mertens *et al.*, 2015).

O terceiro tema de estudo que destacamos diz respeito ao papel das relações de gênero na difusão de comportamentos sustentáveis. A Figura 1, que apresenta dois subgrupos segregados pelo gênero, ilustra o princípio da homofilia (Mcpherson et al., 2001). Esse princípio indica que os indivíduos tendem a estabelecer relações com pessoas semelhantes a eles, com quem compartilham as mesmas características, valores ou práticas. Por exemplo, as trocas de informações sobre temas relacionados à sustentabilidade costumam ocorrer preferencialmente entre pessoas do mesmo gênero (Saint-Charles et al., 2012). Dessa forma, os caminhos de difusão de informação entre homens podem ser significativamente diferentes daqueles que ocorrem entre mulheres. Essas dinâmicas sociais devem ser levadas em conta nas campanhas de informação sobre a sustentabilidade (Mertens et al., 2005). Em um estudo realizado no Peru, conversar sobre agricultura com homens, mas não com mulheres, esteve associado a percepções favoráveis à adoção de práticas de irrigação mais sustentáveis (Távora et al., 2021). Em outros casos, as mulheres é que têm um papel ativo nas redes, o que as capacita para promover a sustentabilidade, como foi constatado numa comunidade ribeirinha amazônica na qual as pessoas que trocaram informação com mulheres, mas não com homens, revelaram uma probabilidade muito maior de selecionar peixes saudáveis para a sua alimentação (Mertens *et al.*, 2012).

Redes de governança ambiental

A ARS trouxe contribuições relevantes também para o estudo da governança ambiental, que consiste nos processos coletivos por meio dos quais atores diversos se organizam para gerenciar ou usar os recursos naturais (Burgos; Mertens, 2022; Mertens *et al.*, 2011). A ARS, aplicada aos sistemas de governança ambiental, é uma ferramenta estratégica, pois permite estudar os processos que conectam atores e organizações de diversas áreas, de múltiplas escalas e de diferentes níveis jurídicos e administrativos (Prell *et al.*, 2009). De modo geral, as redes sociais melhoram os processos colaborativos ao facilitar (i) a construção de conhecimento e a troca de informações entre os atores envolvidos (Bodin; Crona, 2009); (ii) o desenvolvimento da confiança e o engajamento em regras comuns (Bodin, 2017); e (iii) a resolução de conflitos entre partes interessadas (Bodin et al., 2020).

A forma como os atores estão conectados uns aos outros e as estruturas formadas pelas suas relações têm implicações diretas nas suas capacidades de lidar com questões ambientais (Bodin; Crona, 2009). Nesse sentido, pesquisas empíricas de ARS analisam como redes com diferentes propriedades estruturais produzem diferentes

resultados de governança. A seguir, apresentamos algumas propriedades de particular interesse para a governança de recursos naturais: a densidade de relações em redes completas, as medidas de centralidade de grau e intermediação dos atores e as posições que eles ocupam na rede.

A densidade de relações é uma característica de toda a rede e é definida pelo número de laços existentes em função do número de laços possíveis (Scott, 2000). A literatura de governança ambiental vem documentando a relação positiva entre uma alta densidade de relações e altos níveis de reciprocidade e confiança entre as partes interessadas, o que contribui para estimular ações coletivas e para alcançar consenso em processos decisórios sobre recursos comuns (Bodin; Crona, 2009). No entanto, outros estudos apontam efeitos negativos da alta densidade de laços na rede como, por exemplo, o aumento da redundância de informações e a homogeneização de conhecimentos que circulam na rede, o que pode reduzir a capacidade de adaptação às mudanças ambientais (Bodin; Crona, 2009).

Outras propriedades são medidas no âmbito dos atores individuais e buscam compreender como as posições que eles ocupam na rede determinam as suas funções, papéis e responsabilidades (Freeman, 1979). Ao ocupar posições centrais em uma rede, os atores podem acessar informações valiosas, aumentando as suas vantagens, o seu poder e a sua influência sobre os demais indivíduos (Bodin; Crona, 2009). A literatura documenta diversas formas de medir a centralidade, cada uma delas capturando diferentes aspectos associados ao posicionamento dos atores na rede (Freeman, 1979). As duas medidas de centralidade mais conhecidas e amplamente usadas em estudos de governança ambiental são (i) a centralidade de grau, que se refere ao número total de relações que um ator mantém com os seus vizinhos, e (ii) a centralidade de intermediação, que mede o número de vezes que um ator se encontra no caminho mais curto entre dois outros atores da rede.

Os efeitos de uma alta "centralidade de grau" podem ser tanto positivos quanto negativos (Bodin; Crona, 2009). Quando um ator tem muitos laços sociais, ele ocupa uma posição de prestígio e proeminência na rede, pois os seus pares o reconhecem, o que lhe permite exercer influência sobre as tomadas de decisão. Por outro lado, os indivíduos mais centrais podem não reconhecer a importância de uma problemática ambiental ou podem não estar dispostos a se engajar em uma ação coletiva e, com isso, podem agir para restringir ou bloquear iniciativas de terceiros. Nesse sentido, é importante que as ações de governança incorporem os interesses, incentivos e as representações que os atores centrais assumem em outras esferas de autoridade. Um estudo realizado em uma comunidade pesqueira rural da África Central demonstrou como os indivíduos que ocupam posições centrais na rede de troca de equipamentos de pesca desfrutam também de uma capacidade privilegiada de disseminar os seus conhecimentos ecológicos sobre o status do recurso pesqueiro (Bodin; Crona, 2010).

Por sua vez, a "centralidade de intermediação" mede a capacidade que um ator tem de conectar subgrupos dentro da rede, por meio de relações do tipo "ponte". Essa medida reflete a função de mediação em uma rede (Borgatti *et al.*, 2009). As relações desse tipo têm a característica de interligar atores heterogêneos. Elas podem inclusive ser verticais, ou seja, conectar diferentes níveis hierárquicos (Stein; Jaspersen, 2018). Locatelli *et al.* (2020) exemplificaram esses aspectos em seu estudo empírico sobre governança e rede de política climática no Peru. Eles mapearam as relações de colaboração e a troca de informações entre organizações de diferentes setores temáticos, níveis administrativos e que atuam em dois subdomínios da agenda climática: adaptação e mitigação. Os resultados demonstraram que a posição estrutural é uma propriedade-chave para a integração da política climática, na medida em que as organizações com alta centralidade de intermediação atuavam como ponte, integrando as ações entre os subdomínios da adaptação e mitigação na rede de políticas climáticas.

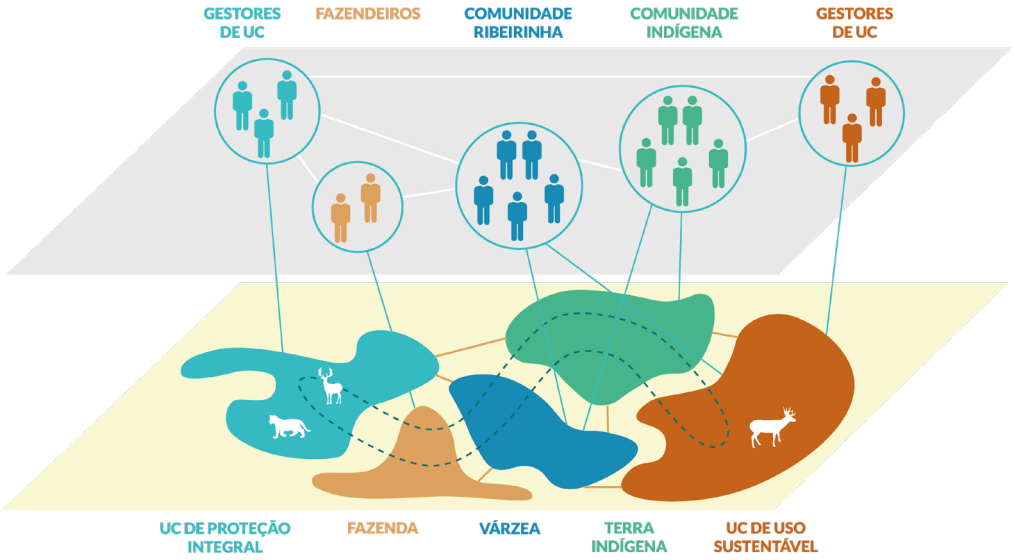
Redes socioecológicas

A ciência das redes, para além do estudo das sociedades humanas, permite analisar as formas de organização e a estrutura dos sistemas ecológicos (Liu et al., 2013). O foco passa a ser o estudo das relações entre entidades ecológicas, que podem ser espécies animais, fragmentos de florestas ou até serviços ecossistêmicos (Bodin, 2017). O conjunto de interações entre essas entidades forma redes ecológicas. Os exemplos mais conhecidos são as cadeias tróficas e as redes formadas entre espécies animais e vegetais na polinização ou na dispersão de sementes (*Bascompte et al., 2003; Dunne et al.*, 2002).

Nas duas últimas décadas, as redes sociais e as redes ecológicas, que antes eram analisadas separadamente, passaram a ser estudadas de forma integrada, constituindo as redes socioecológicas (RSE). As RSE emergem, portanto, da interação de uma ampla gama de processos: (i) processos sociais, pelos quais os atores interagem, por exemplo, colaborando na gestão dos recursos naturais; (ii) processos ecológicos, que envolvem interações entre as entidades ecológicas do ecossistema; e (iii) interações socioecológicas, que conectam os processos sociais e ecológicos. A análise da estrutura e da dinâmica das relações entre os componentes das redes socioecológicas visa alcançar uma compreensão mais profunda das causas e consequências dos problemas socioambientais e definir caminhos para a sustentabilidade social, econômica e ambiental (Bodin, 2017).

A Figura 2 ilustra um sistema socioecológico representado na forma de uma RSE. Os nós sociais correspondem a diversas categorias de atores: gestores, fazendeiros, ribeirinhos e indígenas. Os nós ecológicos representam diferentes componentes do sistema biofísico: unidades de conservação (UC), fazenda, várzea e terra indígena. Nesse exemplo, a RSE inclui três tipos de relações: sociais, ecológicas e socioecológicas. As relações sociais podem ser de diversos tipos, como troca de informação, colaboração ou conflito (Figura 2, laços brancos). As relações ecológicas representam processos que conectam os componentes ecológicos, como a dispersão de espécies ou de sementes entre fragmentos de habitats, os fluxos dos cursos de água que conectam nascentes e terras agrícolas irrigadas, a polinização que vincula os habitats naturais de insetos polinizadores com as culturas dependentes desse serviço ecossistêmico, entre outros (Figura 2, laços pretos). Finalmente, as RSE descrevem as relações ser humano-natureza, como a gestão de ecossistemas protegidos, o uso de recursos naturais por meio da caça, pesca ou coleta de produtos florestais não madeireiros, o comércio de produtos agrícolas dependentes da polinização biótica ou ainda a contaminação do meio ambiente (Figura 2, laços cinzas). Uma caracterização pormenorizada das RSE pode ser consultada em (Bodin, 2017; Felipe-Lucia et al., 2022). A ilustração gráfica de uma RSE global está disponível em https://virtual-pollination-trade.shinyapps.io/virtual-biotic-pollination-flow/ (Silva et al., 2021).

Figura 2 – Representação de uma rede socioecológica



Fonte: Elaboração dos Autores

Uma contribuição-chave da análise das RSE tem sido o estudo dos desajustes socioecológicos, que ocorrem quando a gestão ambiental e os processos ecológicos não estão alinhados (Folke *et al.*, 2007). Por exemplo, existe desajuste socioecológico espacial quando a gestão ambiental foca a proteção de fragmentos de *habitats* que têm superfícies menores que a área necessária para garantir condições de vida de espécies animais objetos da ação de conservação (Guerrero *et al.*, 2013). A conservação da onça-pintada (*Panthera onca*) baseada na demarcação de áreas protegidas de habitat ilustra os desafios associados a esse tipo de desajuste. As onças-pintadas habitualmente usam centenas de quilômetros quadrados para sobreviver, podendo alcançar 1.300 km² quando vivem no Cerrado. São superfícies bem maiores do que muitos fragmentos protegidos de *habitat*, frequentemente distribuídos dentro de uma paisagem inóspita para a espécie. Nesse exemplo, a rede ecológica é formada por um conjunto de áreas de habitats das onças-pintadas, interconectadas pelos deslocamentos delas entre as áreas (Figura 2, área tracejada). Existirá desajuste socioecológico se os gestores estiverem focados apenas nas áreas conservadas sob a sua responsabilidade direta, ignorando o alcance das necessidades territoriais das onças-pintadas para além das fronteiras dos fragmentos de habitat protegidos. Esse desajuste pode ter consequências negativas para os animais, incluindo riscos de morte durante os seus deslocamentos entre áreas de *habitat* e a escassez de presas. Além disso, considerando que a onça-pintada é um predador de topo da cadeia alimentar, responsável pelo controle populacional de outras espécies, a redução da sua população pode causar efeitos em cascata, gerando desequilíbrios em processos ecológicos importantes para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na escala da paisagem (Franco et al., 2018).

A análise de RSE oferece caminhos para alcançar o ajuste socioecológico de ações de conservação das onças-pintadas, adequando o sistema de gestão ambiental aos processos ecológicos que sustentam a vida dos felinos. Um desses caminhos é a formação de redes de colaboração entre os gestores das áreas de *habitat* distribuídos pelos territórios usados pelas onças-pintadas. Existirá ajuste socioecológico quando a rede social, composta pelos gestores interligados pelas relações de colaboração, e a rede ecológica, formada pelas áreas de habitat interconectadas pelos deslocamentos das onças-pintadas, estiverem com as suas estruturas alinhadas, de modo a gerar ações de conservação compatíveis com as necessidades ecológicas da espécie. Assim, os resultados da análise de RSE contribuem para definir estratégias de gestão territorial, tal como o estabelecimento de corredores ecológicos ou a promoção de campanhas de informação visando proteger os felinos na escala de suas áreas de vida.

A análise das RSE permite também gerar conhecimentos que contribuem para ajustar os sistemas de gestão e os processos ecológicos que sustentam a provisão de serviços ecossistêmicos. Por exemplo, um estudo examinou se a rede de colaboração entre um conjunto de municípios de uma mesma bacia hidrográfica, interconectados ecologicamente pelos cursos de água, tinha uma estrutura que garantisse a qualidade da água em toda a região (Rathwell; Peterson, 2012). Outro estudo analisou a rede socioecológica global associada ao comércio internacional de produtos agrícolas que dependem da ação de polinizadores nativos (Silva *et al.*, 2021). A pesquisa mostrou que a maior parte da produção agrícola dependente da polinização gerada nos países do Sul Global é comercializada internacionalmente e abastece o consumo dos países do Norte Global. Considerando que a biodiversidade dos países produtores fornece o serviço ecossistêmico da polinização aos países consumidores, o ajuste socioecológico será alcançado quando os países do Norte Global estiverem colaborando nas ações de conservação dos ecossistemas nativos necessárias para garantir a sustentabilidade da produção de alimentos das regiões menos desenvolvidas do mundo (Silva *et al.*, 2021).

Considerações finais

Neste capítulo mostramos como a ciência das redes facilita o estudo das relações e pode contribuir para transformações em direção à sustentabilidade. Apresentamos a utilidade da ARS para estudar tanto a influência social sobre os comportamentos sustentáveis quanto o funcionamento dos sistemas de governança ambiental na gestão sustentável dos recursos naturais. Posteriormente, exemplificamos a relevância da análise das RSE como abordagem integradora que busca ajustar os sistemas de gestão ambiental aos processos ecológicos para alcançar a sustentabilidade. Esperamos ter contribuído para mostrar como a ciência das redes permite gerar conhecimentos altamente relevantes para alcançar a sustentabilidade, ante os desafios socioambientais complexos do mundo globalizado.

REFERÊNCIAS

» BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; MELIÁN, C. J.; OLESEN, J. M. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.

» BODIN, Ö. Collaborative environmental governance: achieving collective action in social-ecological systems. Science, v. 357, p. 6352, 2017.

» BODIN, Ö.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? Global Environmental Change, v. 19, n. 3, p. 366-374, 2009.

» BODIN, Ö.; GARCÍA, M. M.; ROBINS, G. Reconciling conflict and cooperation in environmental governance: a social network. Annual Review of Environment and Resources, v. 45, p. 471-495, 2020.

» BORGATTI, S. P.; MEHRA, A.; BRASS, D. J.; LABIANCA, G. Network analysis in the social sciences. Science, v. 323, n. 5916, p. 892–895, 2009.

» BRANDES, U.; ROBINS, G.; MCCRANIE, S.; WASSERMAN, S. What is network science? Network Science, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2013.

» BURGOS, A.; MERTENS, F. Participatory management of community-based tourism: a network perspective. Community Development, v. 48, n. 4, p. 546-565, 2017.

» BURGOS, A.; MERTENS, F. Redes de governança colaborativa: explorando o sucesso da governança na conservação em larga escala. Ambiente & Sociedade, v. 25, p. 1-21, 2022.

» CRONA, B. I.; BODIN, Ö. Power asymmetries in small-scale fisheries: A barrier to governance transformability? Ecology and Society, v. 15, n. 4, 2010.

» DUNNE, J. A.; WILLIAMS, R. J.; MARTINEZ, N. D. Food-web structure and network theory: the role of connectance and size. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 99, n. 20, p. 12917-12922, 2002.

» FELIPE-LUCIA, M. R. et al. Conceptualizing ecosystem services using social–ecological networks. Trends in Ecology & Evolution, v. 37, n. 2, p. 211-222, 2022.

» FOLKE, C.; PRITCHARD, L.; BERKES, F.; COLDING, J.; SVEDIN, U. The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. Ecology and Society, v. 12, n. 1, p. 30, 2007.

» FRANCO, J. L. A.; DRUMMOND, J. A. L.; NORA, F. P. de M. History of science and conservation of the jaguar (Panthera onca) in Brazil. Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC). Revista De La Solcha, v. 8, n. 2, p. 42-72, 2018.

» FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: conceptual clarification. Social Networks, v. 1, n. 3, p. 215–239, 1979.

» FREEMAN, L. C. The development of social network analysis: a study in the sociology of science. Vancouver, BC: Empirical, 2004.

» FRIEDKIN, N. A test of structural features of Granovetter's strength of weak ties theory. Social Networks, v. 2, p. 411-422, 1980.

» GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. American Journal of Sociology, v. 78, n. 6, p. 1360-1380, 1973.

» GUERRERO, A. M.; MCALLISTER, R. R. J.; CORCORAN, J.; WILSON, K. A. Scale mismatches, conservation planning, and the value of social-network analyses. Conservation Biology, v. 27, n. 1, p. 35-44, 2013.

» LIU, J. et al. Framing sustainability in a telecoupled world. Ecology and Society, v. 18, n. 2, p. 26, 2013.

» LOCATELLI, B. et al. Climate change policy networks: connecting adaptation and mitigation in multiplex networks in Peru. Climate Policy, v. 20, n. 3, p. 354–372, 2020.

» MBARU, E. K.; BARNES, M. L. Key players in conservation diffusion: using social network analysis to identify critical injection points. Biological Conservation, v. 210, p. 222-232, 2017.

» MCPHERSON, M.; SMITH-LOVIN, L.; COOK, J. M. Birds of a feather: homophily in social networks. Annual Review of Sociology, v. 27, p. 415-444, 2001.

» MERTENS, F. et al. The role of strong-tie social networks in mediating food security of fish resources by a traditional riverine community in the Brazilian Amazon. Ecology and Society, v. 20, n. 3, 2015.

» MERTENS, F.; SAINT-CHARLES, J.; MERGLER, D. Social communication network analysis of the role of participatory research in the adoption of new fish consumption behaviors. Social Science & Medicine, v. 75, n. 4, p. 643-650, 2012.

» MERTENS, F. et al. Network approach for analyzing and promoting equity in participatory ecohealth research. EcoHealth, v. 2, n. 2, p. 113-126, 2005.

» MERTENS, F. et al. Redes sociais, capital social e governança ambiental no Território Portal da Amazônia. Acta Amazonica, v. 41, n. 4, p. 481-492, 2011.

» MORENO, J. L. Who shall survive?: a new approach to the problem of human interrelations. Nervous and Mental Disease Publishing Co., 1934.

» PRELL, C.; HUBACEK, K.; REED, M. Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. Society & Natural Resources, v. 22, n. 6, p. 501–518, 2009.

» RATHWELL, K. J.; PETERSON, G. D. Connecting social networks with ecosystem services for watershed governance: a social-ecological network perspective highlights the critical role of bridging organizations. Ecology and Society, v. 17, n. 2, p. 24, 2012.

» ROYSEN, R.; MERTENS, F. New normalities in grassroots innovations: the reconfiguration and normalization of social practices in an ecovillage. Journal of Cleaner Production, v. 236, p. 117647, 2019.

» SAINT-CHARLES, J.; RIOUX-PELLETIER, M. E.; MONGEAU, P.; MERTENS, F. Diffusion of environmental health information: the role of sex-and gender-differentiated pathways. In: Canadian Institutes of Health Research – Institute Of Gender And Health (Ed.). What a Difference Sex and Gender Make. CIHR Institute of Gender and Health, Columbia, p. 69-76, 2012.

» SCOTT, J. Social network analysis: a handbook. 2. ed. Sage Publications Ltd, 2000. 208 p.

» SILVA, F. D. S. et al. Virtual pollination trade uncovers global dependence on biodiversity of developing countries. Science Advances, v. 7, n. 11, 2021.

» STEIN, C.; JASPERSEN, L. J. A relational framework for investigating nexus governance. Geographical Journal, v. 185, n. 4, p. 377–390, 2018.

» TÁVORA, R. et al. Complex innovations in agriculture, environment, and health – the perceptions of rice farmers in the Jequetepeque Valley, Peru. Sustainability in Debate, v. 12, n. 3, p. 101-136, 2021.

» VALENTE, T. W. Network interventions. Science, v. 337, n. 6090, p. 49-53, 2012.

» WASSERMAN, S.; FAUST, K. Social Network Analysis: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

» WELLMAN, B. The community question: the intimate networks of east yorkers. American Journal of Sociology, v. 84, n. 5, p. 1201–1231, 1979.

22. ESG: ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE

Maria Amélia de Paula Dias[1]

Estamos entrando na era da justiça social corporativa.

Lily Zheng, 2020

Resumo

O presente capítulo se propõe a discutir a origem das preocupações com o impacto das organizações no ambiente e na sociedade onde estão inseridas – sejam elas públicas ou privadas, lucrativas ou não lucrativas, passando pelas abordagens atuais da sigla ESG (Environmental, Social and Governance – Ambiental, Social e Governança) e nas formas de financiamento das alterações e adaptações necessárias para lidar com as mudanças climáticas. Ele trata dos padrões internacionais de divulgação das informações necessárias para dar transparência ao mercado e à sociedade sobre as atividades das organizações relacionadas à responsabilidade social e ambiental e à governança. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) Como o conceito ESG evoluiu historicamente e qual é a urgência das mudanças necessárias nos padrões de consumo no planeta? (ii) Quais são os estágios de maturidade das organizações que adotam questões de ESG em sua estratégia? (iii) De que maneira a sustentabilidade das organizações pode ser compreendida como uma abordagem integrada dos três aspectos ESG?

Introdução

Um longo caminho foi percorrido desde os primeiros alertas de danos ao ambiente natural até a estruturação da área de conhecimento hoje reconhecida como ESG – Environmental, Social and Governance. No aspecto ambiental, o marco inicial foi o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), publicado por Rachel Carson em 1962. A obra denunciava o uso indiscriminado de pesticidas na agricultura e os seus impactos devastadores tanto no meio ambiente quanto na saúde humana. O livro gerou um movimento em torno da ética ambiental, levando à conscientização sobre os danos ambientais e a necessidade de ações corretivas. No aspecto social, as empresas se viram pressionadas a tratar de questões, como condições de trabalho, impacto nos direitos humanos e responsabilidades com clientes. Já as questões de governança tiveram mais evidência na medida em que gerentes e administradores não demonstravam ter os mesmos objetivos que os acionistas – evidenciado pelas fraudes contábeis que levaram grandes empresas à falência. Tais questões levaram à formulação da teoria dos *stakeholders*, que visa organizar o relacionamento entre os acionistas e os gestores das organizações, que hoje é a base da governança. Atualmente, o conceito de governança corporativa é o sistema pelo qual as organizações são dirigidas, monitoradas e incentivadas, envolvendo os relacionamentos entre sócios, conselho de administração, diretoria, órgãos de fiscalização e controle, e demais partes interessadas (IBGC, 2020). Ela determina e controla a direção estratégica e o desempenho das organizações. Os princípios da governança corporativa são: transparência, equidade, prestação de contas e responsabilidade corporativa.

1 Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília

O conceito de ESG denota a larga abrangência da responsabilidade das organizações, que inclui a erradicação de práticas abusivas, como o trabalho análogo à escravidão, e a adoção de políticas justas e inclusivas.

Estágios de maturidade das organizações na abordagem dos aspectos ESG

Rigorosamente falando, todos os seres vivos impactam a natureza, pois consomem recursos continuamente. Pode-se minimizar o impacto levando em conta as pegadas ecológicas[2] e hídrica no sentido de não consumirmos rápido demais para dar tempo para que os ciclos ecológicos sejam cumpridos, ou seja, tempo para que os ecossistemas se recuperem, quando os recursos são renováveis. Mas alguns recursos não são passíveis de recuperação. Alguns autores argumentam que, por conta disso, algumas atividades deveriam ser, simplesmente, interrompidas, pois esgotam os recursos e não trazem benefícios à humanidade. Um exemplo é a fabricação de armas de maneira geral (Georgescu-Roegen, 2005). O autor defende que poderíamos reduzir drasticamente a sua fabricação. É preciso ter claro que esses estágios visam, no seu ápice, reduzir ao máximo os impactos ambientais e melhorar a sua ação social, sem comprometer a sustentabilidade econômica.

As denominações do tema da responsabilidade das organizações passaram por algumas abordagens desde Elkington (1994) até chegar à sigla ESG ou ASG. Passou por responsabilidade corporativa, responsabilidade social corporativa e outros, quando, por fim, nos últimos anos chegou-se a ESG em inglês ou ASG em português. Vários autores já propuseram classificações para os estágios de adoção de práticas ESG (ou de responsabilidade social corporativa). A seguir são apresentados dois modelos de classificação de organizações.

A abordagem utilizada pelo Boston College Center for Corporate Citizenship – BCCCC (Centro de Cidadania Corporativa da Boston College) prevê cinco estágios: elementar, engajado, inovador, integrado e transformador, o nível mais elevado (Mirvis; Googins, 2006). Os níveis de adesão são avaliados por meio de sete perspectivas, conforme mostrado no Quadro 1.

O nível elementar é o lugar comum no qual se cumpre estritamente a legislação. Dessa forma, a resposta às questões ambientais ou sociais é predominantemente para defender-se de multas e sanções. A geração de empregos, o lucro e o pagamento de impostos são considerados como cidadania. A liderança não é efetivamente voltada para a sustentabilidade e não há coerência entre o discurso institucional e as ações (da boca para fora!). A estrutura não é pensada com o objetivo de servir uma estratégia, mas apenas de organizar as equipes de trabalho. A relação com os *stakeholders* só ocorre da organização para as partes. Não há canais para receber comunicação das partes e não há preocupação com a transparência das informações organizacionais.

O nível do engajamento é quando a organização já "acorda" para algumas questões, em particular a da proteção ambiental, não necessariamente como uma iniciativa, mas provavelmente pressionada pelos clientes e pelo mercado. Com filantropia e ações de proteção ambiental, procura manter sua licença para operar. A liderança mostra-se, então, apoiadora das iniciativas, mas não propõe nem lidera para a ação. Algumas áreas da organização começam a interessar-se pelo assunto. Políticas começam a ser estabelecidas para incluir a sustentabilidade internamente. Aparece a preocupação com relações públicas no sentido de estabelecer interação com os *stakeholders*.

2 Disponível em: https://www.wwf.org.br/nosso_trabalho/pegada_ecologica/

O estágio da inovação mostra quando a organização aprofunda seu envolvimento com a cidadania corporativa, na medida em que é mais transparente ao publicar relatórios sobre seus programas. O assunto já abrange a estrutura organizacional de forma coordenada, não mais aleatória. A liderança da organização patrocina as práticas relativas à cidadania corporativa internamente demonstrando um posicionamento inovador se comparado com as organizações tradicionais que só visam o lucro. Com isso, tem mais interação com os *stakeholders*, quando ocorre uma influência mútua em relação ao assunto.

O estágio da integração acontece quando a cidadania corporativa evoluiu para a abordagem do *triple bottom line* (socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável). O direcionamento estratégico inclui uma proposição de valor coerente com a abordagem, e a organização assume posição de liderança no seu mercado. O alinhamento das estruturas internas é feito a partir da direção estratégica, com mecanismos proativos para prevenir riscos inerentes sociais, ambientais e econômicos. O relacionamento com stakeholders evolui para o nível de parcerias, e a transparência das informações organizacionais é garantida com o compromisso da liderança.

O transformador chega ao ponto de criar mercados para os produtos com a preocupação de sustentabilidade social e ambiental. Neste último estágio, as empresas invertem a lógica de obrigações a cumprir (*compliance*) para a criação de novos mercados a partir dessas obrigações, evidenciando uma liderança visionária, pois consegue enxergar oportunidades de mercado nas exigências de se tornar mais sustentável, em vez de encarar como uma obrigação a ser cumprida. Alguns exemplos seriam a criação e comercialização de roupas ou outros utensílios feitos de garrafas PET, ou a criação de um selo "livre de agrotóxicos" em alimentos.

Quadro 1 – Estágios de cidadania corporativa

Perspectivas	Estágio 1 elementar	Estágio 2 engajamento	Estágio 3 inovação	Estágio 4 integração	Estágio 5 transformação
Conceito de cidadania	empregos, lucros e impostos	filantropia, proteção ambiental	gestão dos stakeholders	sustentabilidade ou o triple bottom line	mudar o mercado
Intenção estratégica	cumprimento da legislação	licença para operar	casos de negócio	proposta de valor	criação de mercado ou mudança social
Liderança	"da boca para fora"	engajada, apoiadora	auxilia os processos de cidadania corporativa	campeã, à frente da sustentabilidade	visionária, à frente do seu tempo
Estrutura	preocupação marginal: direcionada somente às equipes de trabalho	a sustentabilidade começa a chamar atenção de áreas funcionais	coordenação entre funções	alinhamento organizacional	mainstream: direcionada ao negócio
Gestão das questões	defensiva	reativa, políticas	responsiva, programas	sistemas, proativa	definidora
Relacionamento com stakeholders	unilateral	interativo	influência mútua	parceria	alianças multiorganizacionais
Transparência	proteção das informações	relações públicas	relatórios ao público	garantia	transparência total

Fonte: Adaptado de Mirvis e Googins (2006)

Nos últimos anos apareceram vários conceitos, estratégias organizacionais, novas concepções de processos produtivos e finanças direcionados a tornar as organizações mais sustentáveis (Herper *et al.*, 2017).

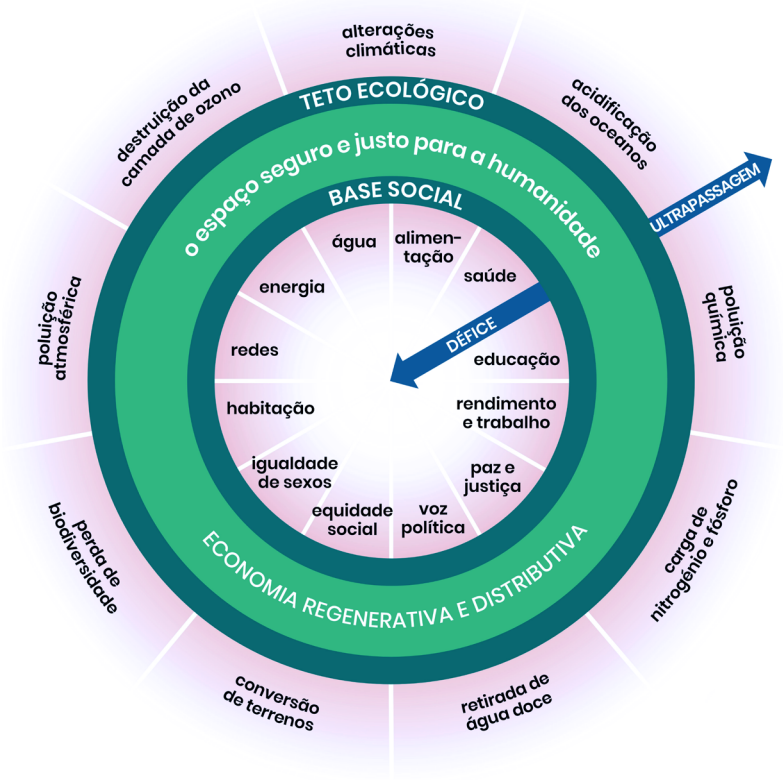
Conceitos, estratégias e práticas organizacionais para a abordagem ESG

Esta seção apresenta diretrizes que podem ser utilizadas para aplicação da abordagem ESG. Examinamos a seguir o modelo doughnut, a economia circular, as finanças sustentáveis e o mercado de carbono.

O modelo *doughnut*

O modelo *doughnut* – biscoito muito popular nos EUA – foi proposto por Raworth (2012), como um modelo de desenvolvimento socioeconômico cujo desenho consiste em dois círculos concêntricos, simulando a figura do biscoito. Os limites externos indicam os limites biofisioquímicos seguros do planeta: mudança climática, uso de água doce, ciclos do nitrogênio e fósforo, acidificação dos oceanos, poluição química, concentração de aerossóis atmosféricos, destruição da camada de ozônio, perda de biodiversidade e mudança do uso da terra (Rockström *et al.*, 2009; Steffen *et al.*, 2015). Os limites internos seriam a base social para uma existência pacífica, justa e igualitária. A Figura 1 mostra que o espaço seguro de sobrevivência é dentro do *doughnut*. Essa concepção foi utilizada pela ONU, na Conferência Rio+20, como base para definir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Figura 1 – O modelo doughnut



Fonte: Raworth (2012)

Os desafios são enormes e complexos para se situar no lugar seguro e justo para a humanidade. As fronteiras sociais e planetárias são interdependentes. Para *Raworth* (2012), a pressão ambiental pode piorar a desigualdade e a pobreza, e vice-versa. Políticas que forcem o retorno da humanidade para o interior das fronteiras (limites) planetárias podem, se forem mal formuladas, agravar ainda mais a desigualdade socioeconômica e pressionar as pessoas ainda mais para baixo da base social, mas políticas bem formuladas podem promover a erradicação da pobreza e a sustentabilidade ambiental, colocando a humanidade dentro da faixa de segurança do *doughnut*. Melhorar a situação socioeconômica e ambiental demandaria uma redução de consumo dos mais abastados (classes média e alta) em favor de uma melhor distribuição de bens de consumo e alimentos para os mais pobres.

A economia circular

O atual sistema de produção de bens e serviços é concebido de forma linear, na qual as organizações fabricam produtos a partir de matérias-primas; esses produtos são consumidos e depois descartados. O modelo de produção linear resulta em perdas desnecessárias de recursos de várias maneiras: na cadeia de produção em si; na geração de resíduos no fim da vida útil do produto; no uso excessivo de energia; e na erosão de ecossistemas. Esse sistema, vigente e massivo desde a Revolução Industrial de finais de 1800, vem ocasionando o esgotamento de recursos.

O conceito de economia circular fornece caminhos para as organizações reduzirem os seus impactos negativos no ambiente. Ele se contrapõe ao processo de fabricação linear, no qual os resíduos são considerados “externalidades” e devem ser descartados. Para a economia circular, a meta é resíduo zero, pois os resíduos seriam totalmente reaproveitados em outros processos produtivos. Além disso, é preciso trabalhar desde o design do produto para que o processo de produção gere o mínimo de resíduos possível.

O modelo sintetiza e congrega várias escolas de pensamento, como a economia de performance, de Walter Stahel; *Design cradle to cradle*, de William McDonough e Michael Braugart; a *biomimética*, de Janine Benyus; a ecologia industrial, de Reid Lifsete; e a abordagem *blue economy*, de Gunter Pauli (Ellen Macarthur Foundation, 2022). O conceito é representado, de forma simplificada, pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 2.

Figura 2 – Modelo de economia circular



Fonte : Ellen MaCarthur Foundation (2022)

A Figura 2 mostra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos, em um diagrama sistêmico representado por um "círculo de valor". Ela mostra a circularidade na produção, quando se tem recursos não renováveis (ciclo técnico) e renováveis (ciclo biológico). Para os recursos não renováveis, são acrescidas, no ciclo, as atividades de reutilização, remanufatura, reutilização e manutenção no lugar de descartar resíduos ou sobras de produção. Obviamente, as estratégias de produção de provocar a obsolescência programada de produtos são eliminadas. Para os recursos renováveis, as alternativas são o aproveitamento dos resíduos gerados pelo consumo para a geração de energia (geração de biogás) ou para a agricultura (fertilizantes), entre outros.

A economia circular exige consciência do consumidor no momento da compra e do consumo. É necessário que os consumidores escolham deliberadamente os produtos cuja fabricação otimize o uso de matérias-primas, tenha o *design* de produção adequado para propiciar o aproveitamento dos resíduos e possa ser alvo da logística reversa (coleta dos resíduos sob responsabilidade do fabricante ou vendedor para reaproveitamento).

Os financiamentos sustentáveis

Para viabilizar um desenvolvimento socioeconômico que seja mais sustentável, os agentes financeiros e organismos internacionais governamentais não têm se esforçado para criar critérios para avaliar atividades econômicas e identificar os seus impactos para que a concessão de créditos e a formatação de investimentos incorporem a responsabilidade social e, principalmente, a ambiental. Com a crescente pressão social para o desenvolvimento sustentável, agentes financeiros começaram a incorporar critérios sociais e ambientais em suas decisões sobre crédito e investimento. Esse movimento é fundamental para garantir a estabilidade climática e a resiliência dos meios de subsistência da humanidade (Sommer, 2020). Esse conjunto de normas, critérios, avaliações de riscos e identificação correta do impacto das atividades produtivas tem o nome de financiamentos verdes ou sustentáveis.

Os financiamentos sustentáveis têm dois objetivos principais: estimular modos de produção limpos e desestimular atividades que degradam o meio ambiente. A justificativa para aplicar a sustentabilidade aos financiamentos reside em dois pontos. Primeiro, o capital serve para realizar necessidades futuras, como demonstrado pelos fundos de pensão, que acumulam capital para o futuro. Para Soares (2021), a transparência contábil e a disciplina financeira são essenciais em longo prazo. Portanto, além do tradicional foco em risco e retorno, as organizações precisam considerar aspectos sociais e ambientais. Essa responsabilidade moral perante a sociedade civil torna a natureza uma fonte emergente de valor, tal como o capital foi no século XX (Caridade, 2011).

Os "Princípios para os investimentos responsáveis" compõem um guia para direcionar a escolha de investimentos mais responsáveis. Os signatários desse guia são investidores institucionais internacionais, ou seja, empresas que administram e investem o capital de terceiros, em nível mundial (PRI, 2024). Os seis princípios oferecem um menu de possíveis ações para incorporar as questões ESG na escolha dos investimentos, alinhando os investidores com os objetivos mais abrangentes da sociedade. Foram desenvolvidos por um grupo de investidores internacionais, refletindo a crescente relevância das questões ambientais, sociais e de governança corporativa. O processo foi demandado pelo secretário-geral das Nações Unidas (PRI, 2024):

Princípio 1: Incorporar as questões ESG na análise de investimentos e nos processos de tomada de decisão.

Princípio 2: Serem proprietários ativos e incorporar questões ESG em nossas políticas e práticas de propriedade.

Princípio 3: Procurar a divulgação adequada sobre questões ESG por parte das entidades nas quais investimos.

Princípio 4: Promover a aceitação e implementação dos princípios na indústria de investimentos.

Princípio 5: Trabalhar juntos para aumentar a nossa eficácia na implementação dos princípios.

Princípio 6: Cada um dos signatários deve apresentar um relatório sobre as nossas atividades e o progresso na implementação dos princípios.

Além disso, Brito e Gonzalez (2007) destacam a importância das microfinanças, como o microcrédito, que visa ajudar populações de baixa renda e promover a inclusão bancária, contribuindo para o ODS 1 (erradicação da pobreza). Organizações, como o *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB), analisam o impacto das dimensões de sustentabilidade em diferentes indústrias, criando oportunidades para pequenos negócios, especialmente no reaproveitamento de resíduos, o que gera bons resultados sociais e ambientais.

A cadeia de investimento dos financiamentos sustentáveis envolve vários atores e demanda que o setor público crie um arcabouço regulatório coerente, permitindo que as organizações façam a transição para modelos sustentáveis. Bancos, gestores de ativos e proprietários de ativos também devem adotar práticas financeiras responsáveis, alinhadas com as demandas ESG (Sommer, 2020, p. 4).

O mercado de instrumentos de dívida sustentável, como *Social Bonds, Sustainability Bonds, Sustainability-linked Bonds e Green Bonds*, é um meio importante de mobilizar capital para enfrentar as mudanças climáticas (Curi, 2021). Esses títulos são utilizados para financiar projetos de infraestrutura verde, energia limpa, transporte sustentável e iniciativas que reduzem emissões de resíduos e o consumo de recursos naturais. Eles podem ser emitidos por instituições públicas e privadas, abrangendo diversos setores da economia.

A ISO 14030, publicada em 2021, complementa os princípios Green Bonds (GBP), definindo padrões de emissão e de verificação de *Green Bonds*. As diretrizes incluem: designação de títulos "verdes" para projetos elegíveis; gestão e registro do uso dos recursos; monitoramento dos impactos ambientais; transparência com as partes interessadas; validação e verificação. *A International Capital Market Association (ICMA)* facilita a comercialização desses títulos, definindo métricas voluntárias para garantir transparência na utilização dos recursos. No Brasil, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) também define diretrizes para os títulos verdes, alinhando-os a critérios de sustentabilidade.

O mercado de títulos verdes no Brasil tem um potencial de R$ 100 bilhões nos próximos cinco anos. O estoque atual é de R$ 40,5 bilhões, liderado pelos setores de energia elétrica, agricultura e infraestrutura. Globalmente, o estoque chega a US$ 600 bilhões, com expectativa de atingir US$ 1 trilhão em 2025. Trinta, sete por cento das emissões de títulos verdes na América Latina ocorrem no Brasil. Com a crescente pressão social pelo desenvolvimento sustentável, agentes financeiros começaram a incorporar critérios sociais e ambientais em suas decisões de crédito e investimento, formando um movimento de financiamentos sustentáveis. Esse movimento é fundamental para garantir a estabilidade climática e a resiliência dos meios de subsistência da humanidade (Sommer, 2020).

O BNDES, por exemplo, emitiu Green Bonds em 2017 e destina recursos deles derivados para projetos de energia limpa, como eólica e solar (Soares, 2021).

Os financiamentos sustentáveis são, portanto, essenciais para garantir a transição para uma economia de baixo carbono e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, alinhando o setor financeiro aos ODS e garantindo um futuro mais equilibrado e sustentável.

o mercado de carbono

O mercado de carbono surgiu a partir do lançamento da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (UNFCCC, em inglês), durante a ECO-92, no Rio de Janeiro. O objetivo central do Protocolo de Kyoto, já em 1997, passou a ser que os países limitassem ou reduzissem as suas emissões de gases de efeito estufa. Por isso, o ato de reduzir emissões passou a ter valor econômico. A ideia é que países que estejam acima da meta de emissões possam "comprar" o direito dessas emissões junto a países que capturem carbono ou que estejam abaixo da meta de emissões. Por convenção, uma tonelada de dióxido de carbono (CO_2) corresponde a um crédito de carbono. Esse crédito pode ser negociado no mercado internacional. A redução da emissão de outros gases, igualmente geradores do efeito estufa, também pode ser convertida em créditos de carbono, utilizando-se o conceito de carbono equivalente. Os principais fundos são o *Forest Carbon Partnership Facility*, do Banco Mundial, e o Fundo Amazônia, do governo brasileiro.

Para o ICC Brasil (Câmara Internacional de Comércio do Brasil), o potencial de oferta de créditos de carbono do Brasil, por ter grandes reservas florestais que estocam e capturam carbono, é de U$ 100 bilhões, mas seria necessário que organizações públicas e privadas se unissem nesse propósito (Serrano; Neumam, 2021). A primeira questão é estabelecer um mercado de carbono nacional, com governança clara e métodos (emissão, classificação, taxonomia, etc.) aceitos pelo mercado internacional. De novembro de 2024 a março de 2025, o governo brasileiro disponibilizou uma consulta pública para análise da taxonomia sustentável brasileira. Os objetivos da taxonomia são, resumidamente, mobilizar e reorientar o financiamento e os investimentos públicos e privados para atividades econômicas com impactos ambientais, climáticos e sociais positivos; promover o adensamento tecnológico para a sustentabilidade ambiental, climática, social e econômica, e criar as bases para produção de informações confiáveis dos fluxos das finanças sustentáveis (Brasil, 2024).

Depois, é preciso uma campanha de educação dirigida ao setor privado sobre o mercado de carbono, sobre como as organizações podem ser emissoras dos créditos e sobre as alterações necessárias para fazer parte do mercado de carbono global criado em novembro de 2022 na COP-26. No final de 2024, foi sancionada a lei que regulamenta o setor e cria o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Lei 15.042, de 2024.

Considerações finais

Desde o início das preocupações com os impactos no ambiente natural, expressas por Rachel Carson, já se passaram mais de 60 anos. O mundo científico foi o primeiro a se mobilizar para estudar os impactos das organizações em seus vários aspectos. Os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) divulgam os resultados dessas pesquisas. Nesses 60 anos, muitas coisas aconteceram que trouxeram a preocupação com os direitos humanos e com o nível de corrupção dentro das organizações, adicionando os aspectos de responsabilidade social e de governança à preocupação com o ambiente natural. Os governos e o mundo empresarial vão, pouco a pouco, se engajando na preocupação com os impactos apontados pelo mundo científico. O atual movimento ESG parece ser, finalmente, a tão necessária e esperada resposta das organizações às mudanças climáticas, à necessidade do respeito aos seres humanos e à ética empresarial.

REFERÊNCIAS

» BNDES. Relatório Green Bonds, 2017. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/3/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: set. 2023.

» BRASIL. Ministério da Fazenda. A Taxonomia Sustentável do Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/taxonomia-sustentavel-brasileira. Acesso em: 19 dez. 2024.

» BRITO, R.; GONZALEZ, L. Finanças sustentáveis. GVexecutivo, v. 2, n. 6, nov./dez. 2007, p. 41-45. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/26790/34737-66746-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: fev. 2022.

» CARIDADE, A. V. Relação entre finanças corporativas e sustentabilidade: um estudo de caso ligado à pecuária na Amazônia. Revista de Finanças Aplicadas, p. 1-13, 18 ago. 2011.

» CARSON, R. Primavera silenciosa. Tradução de Cláudia Sant'Anna Martins. 1ª ed. São Paulo: Gaia, 2010.

» COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. A relação entre investimentos e meio ambiente, v. 2, 2021. Disponível em: http://www.investidor.gov.br.. Acesso em: 19 dez. 2024.

» CURI, J. A. A. Finanças Sustentáveis: uma análise pela ótica do mercado de Green Bonds brasileiro. Monografia de final de curso. PUC – Rio de Janeiro, 2021.

» ELKINGTON, J. Towards the Sustainable Corporation: win win win business strategies for sustainable development. California Review Management, v. 36, n. 2, p. 90-100, Winter 1994.

» ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rethinking business model for a thriving fashion industry. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org/fashion-business-models/overview. Acesso em: 5 jan. 2022.

» GEORGESCU-ROEGEN, N. Energia e mitos econômicos. Economia-ensaios, v. 19, n. 2, p. 7-51, jul. 2005.

» HERPER, E. L.; SOUZA, O. T.; PETRINI, M. C.; SILVA, C. E. L. Proposição de um modelo de maturidade para sustentabilidade corporativa. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 39, n. 1, p. 43-53, jan.-abr. 2017.

» INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. Disponível em: www.ibgc.org.br. Acesso em: 10 dez. 2024.

» INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. ISO 14030. Disponível em: https://www.iso.org/standard/43254.html. Acesso em: fev. 2022.

» MIRVIS, P.; GOOGINS, B. Stages of Corporate Citizenship. California Management Review, v. 48, n. 2, p. 104-126, 2006.

» PRINCIPLES FOR RESPONSIBLE INVESTMENT. Disponível em: https://www.unpri.org/about-us/what-are-the-principles-for-responsible-investment. Acesso em: 19 dez. 2024.

» RAWORTH, K. Economia donut: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

» RAWORTH, K. A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut? Oxford: Oxfam, 2012.

» ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. Nature, v. 461, n. 7263, p. 472, 2009.

» SERRANO, L.; NEUMAM, C. Mercado de carbono pode render US$ 100 bilhões ao Brasil, diz entidade empresarial. CNN Brasil, 2021. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/mercado-de-carbono-pode-render-us-100-bilhoes-ao-brasil-diz-entidade-empresarial/. Acesso em: 19 dez. 2024.

» SOARES, R. Brasil lidera emissão de títulos verdes na América Latina. eInvestidor. Jornal o Estado de São Paulo. 2021. Disponível em: https://einvestidor.estadao.com.br/mercado/investimento-titulos-verdes-brasil/. Acesso em: 10 dez. 2024.

» SOMMER, S. Finanças Sustentáveis: um panorama. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2020. Disponível em: https://www.giz.de/en/downloads/Financas_Sustentaveis_Traducao_portugues.pdf

» STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science, v. 347, n. 6223, 13 fev. 2015.

23. ECOLOGIA INDUSTRIAL OU O USO EFICIENTE DE RECURSOS NATURAIS

Armando Caldeira-Pires[1]

Resumo

Este texto discute o uso eficiente dos recursos naturais e o conceito de ecologia industrial. Ele enfatiza a importância de compreender os princípios da circularização da economia para otimizar a utilização de recursos em sistemas industriais. Além disso, explora ferramentas de diagnóstico e métodos de avaliação para caracterizar o nível de circularização dos ecossistemas industriais, incluindo a análise de fluxo de materiais, as tabelas de insumo-produto e a avaliação do ciclo de vida. Ao final do capítulo, será possível responder às seguintes questões: (i) O conceito de ecologia industrial e a sua relação com a sustentabilidade e a eficiência no uso dos recursos naturais ao longo dos processos de transformação nos ciclos produtivos; (ii) A importância da circularização da economia e das ferramentas de diagnóstico e controle dos fluxos de materiais em regiões industriais; e (iii) O conceito de avaliação do ciclo de vida (ACV) como o principal método para caracterizar a produção e o fornecimento de bens, e o grau de circularização de um setor econômico ou de toda uma estrutura econômica.

Introdução

Este capítulo aborda tópicos relacionados à transição para uma sociedade mais eficiente em termos de consumo e produção. Em vez de usar o termo "sustentável", ele enfoca a eficiência no uso dos recursos disponíveis para manter a qualidade de vida desejada pela sociedade. Essa opção deriva do fato de que sustentabilidade implica equilibrar as necessidades atuais com a capacidade do planeta de suprir essas necessidades em longo prazo. Isso exige encontrar formas de satisfazer as demandas humanas de energia, alimentos, água e materiais sem esgotar os recursos naturais e sem comprometer a capacidade de regeneração dos ecossistemas. Nesse contexto, a sustentabilidade é explicada aqui por meio do conceito do uso eficiente de recursos, que objetiva maximizar o valor obtido a partir dos recursos usados, minimizando o desperdício deles e reduzindo os impactos ambientais associados à sua extração, produção e descarte. O uso eficiente de recursos está fundamentado em alguns princípios-chave: (i) redução do consumo; (ii) eficiência na utilização; e (iii) operação de sistemas cíclicos de produção e consumo.

Os cinco tópicos a seguir abordam questões conceituais e metodológicas que podem auxiliar na transição para uma sociedade mais eficiente. A discussão começa com a era industrial, seguida pela análise de como o sistema natural usou os recursos naturais para a sua própria existência ao longo dos milhões de anos em que a vida existe na Terra. O terceiro tópico explora como aplicar em nosso sistema industrial a gestão de recursos de forma semelhante ao funcionamento da natureza. O quarto tópico apresenta as ferramentas de diagnóstico e controle do uso de recursos naturais adotadas no século XXI. Por fim, o quinto tópico aborda as interações potenciais entre o sistema humano e o ecossistema industrial.

1 Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília

A termodinâmica

No final do século XVIII e durante o século XIX ocorreram avanços significativos nas áreas de conversão de energia em trabalho e da metalurgia, coincidindo com a descoberta de minas de carvão na Inglaterra e com a sua exploração em grande escala. Essa combinação impulsionou um crescimento econômico sem precedentes da Inglaterra e em seguida de outros países, mas resultou também no aumento do consumo de recursos naturais e das emissões associadas a esse consumo. Estudos mostram que a transição da sociedade pré-industrial para a industrial multiplicou por quatro o uso de energia e materiais, um valor equivalente à transição para a sociedade da informação.

A pergunta econômica de como produzir mais com a mesma quantidade de recursos foi substituída pela pergunta de como produzir mais trabalho com a mesma quantidade de calor. A nova pergunta e a resposta a ela deram origem a um novo paradigma científico, a termodinâmica. A equação de eficiência térmica foi respaldada pela primeira lei da termodinâmica, que estabeleceu que a quantidade de energia que entra em um processo é igual à que sai, mais a variação da energia retida no processo, ou seja, a variação de energia em um sistema fechado é igual a zero. No entanto, a segunda lei da termodinâmica afirma que a qualidade dessa energia cai ao longo da sua passagem pelo processo (a seta do tempo) e que existe um limite máximo de eficiência prática para o aproveitamento dessa energia.

Em termos energéticos, existe uma quantidade disponível de energia, como 1 kJ (um quilojoule, a unidade de energia definida pelo Sistema Internacional). Se essa energia for utilizada em um processo com 25% de eficiência, apenas 0,25 kJ serão convertidos em trabalho útil. Enquanto a primeira lei nos diz que os outros 0,75 kJ ainda existem, a segunda lei impõe que esses 75% da energia inicial devem ser dissipados pelo processo produtivo e que, principalmente, serão dissipados sem a qualidade necessária para produzir mais em outro processo igual.

Em termos econômicos, uma unidade monetária foi gasta para adquirir uma quantidade de energia, mas apenas 25% dela foi efetivamente transformada em produto. Em termos materiais, uma unidade de massa de combustível é necessária para operar um processo, mas apenas 25% desse conteúdo energético é efetivamente utilizado. Os outros 75% do material são transformados obrigatoriamente, mas perdem a sua utilidade para operar aquele tipo de processo. A segunda lei da termodinâmica impõe que qualquer processo de conversão resulta na perda de qualidade do recurso original. Isso implica a destruição do recurso (em termos de qualidade) durante o seu processo de conversão.

O metabolismo de um ecossistema ou o uso eficiente de recursos

Apesar de cada material perder qualidade ao passar por um processo de conversão para sustentar a vida de um ser vivo, os sistemas naturais de vida continuam a existir ao longo de milhões de anos. Os seres vivos conseguem se manter vivos ao retirar qualidade daqueles de quem se alimentam. Os vegetais, como seres primários, são a fonte de alimento dos animais menores (herbívoros), que, por sua vez, servem de alimento para os animais maiores (carnívoros). Esses seres vivos usurpam a qualidade (vida) uns dos outros, formando uma cadeia alimentar. Além disso, os micro-organismos e organismos de decomposição desempenham um papel importante ao completarem os ciclos biogeoquímicos, transformando a qualidade dos compostos químicos constituintes da biomassa e produzindo as formas necessárias para susten-

tar os diferentes seres ao longo da cadeia alimentar. A diversidade ótima de tipos de seres vivos em um ecossistema garante a ciclagem eficiente dos elementos, pois ao longo do ciclo existem seres capazes de perceber a qualidade e se valer dos resíduos liberados pelos seres anteriores.

Nesse sistema cíclico não ocorre a destruição da qualidade da matéria, mas sim a sua transformação. Os seres a jusante no ciclo são capazes de processar essa nova qualidade em benefício próprio. Essa dinâmica segue a lei básica de Lavoisier, segundo a qual "nada se perde, nada se cria, tudo se transforma". Ao longo de milhões de anos, esse sistema vem se mantendo em um estado termodinamicamente estável.

Ecologia industrial ou ações para a circularização da economia

Antes da Revolução Industrial, os humanos já haviam criado um ecossistema industrial para sustentar as suas vidas, adaptando-se às necessidades de cada período histórico. Esse ecossistema consistia em seres tecnológicos, predominantemente agrícolas, com diversidade suficiente para suprir os produtos consumidos pela sociedade. Antes do século XVIII, esse ecossistema tecnológico produzia materiais sem qualidade em uma velocidade que podia ser absorvida pelo ciclo natural de transformação. Assim, parecia que os humanos faziam parte do ecossistema natural. No entanto, com a Revolução Industrial, a escala de tempo de produção desses materiais sem qualidade foi drasticamente acelerada, tornando-se muito maior do que a velocidade com que esses materiais poderiam ser absorvidos pelo ciclo natural. O ciclo humano de processos industriais separou-se do ciclo natural.

Em busca de desenvolvimento econômico, os humanos adotaram um caminho mais simples e linear. O ecossistema industrial retira do ecossistema natural os recursos necessários, com a qualidade necessária para impulsionar o processo econômico, e devolve ao ambiente natural esses materiais transformados, exauridos de sua qualidade original. Para acelerar o desenvolvimento econômico, cada vez mais materiais com qualidade são extraídos e processados, e cada vez mais materiais sem qualidade são devolvidos ao ecossistema natural, em quantidade e velocidade que os seres vivos que fazem parte desse sistema não conseguem processar.

Esse acúmulo de materiais que não podem ser utilizados, quer pelos humanos, quer pelo sistema natural, começou a ter seu custo. Por quanto tempo os habitantes de uma casa conseguiriam manter a sua qualidade de vida e a sua saúde se acumulassem continuamente lixo em casa sem descartá-lo? Continuando a analogia, imagine-se que uma família (i) consuma e descarte alimentos e embalagens de papel, plástico e vidro e (ii) consuma e descarte regularmente também carros, eletrodomésticos, computadores e celulares, acumulando tudo em seu quintal. Enquanto isso, fora dos limites da sua casa, outras pessoas consomem cada vez mais e acumulam resíduos não utilizados, e o número dessas pessoas não para de crescer. Em algum momento, o cidadão olha pela janela e vê uma floresta distante, onde animais se alimentam, as folhas caem e micro-organismos processam os materiais, enquanto crescem novas árvores, mas ele olha para o seu próprio quintal e vê que ele está cheio de coisas usadas inúteis e que não são processadas.

Isso coloca algumas perguntas: seria possível decompor todos esses computadores e extrair silício, prata, cobre e platina que fazem parte deles? Seria viável produzir novos computadores sem ter que buscar a matéria-prima desses componentes em jazidas minerais cada vez mais distantes e exauridas? Talvez seja mais fácil (e barato) explorar esses metais no próprio ambiente urbano onde foram descartados e onde a sua concentração é conhecida. Agregar qualidade a um material com essas características conhecidas e armazená-lo em um local de fácil acesso poderia ser mais econômico do que procurar jazidas com concentrações variáveis e localizadas em áreas longínquas e/ou de difícil acesso.

Essa adaptação do funcionamento do ecossistema natural é o que vai proporcionar novas ferramentas para o ecossistema industrial humano e dar origem à ecologia industrial, uma estrutura conceitual. A ecologia industrial aproveita a compreensão de como funcionam os ecossistemas naturais e usa os conceitos teóricos da ecologia, fornecendo um conjunto de ferramentas para a gestão otimizada dos ecossistemas industriais, especialmente em termos da eficiência no uso dos recursos naturais.

Na realidade, já existem regiões econômicas cujo ecossistema industrial apresenta características semelhantes aos ecossistemas naturais. Essas características incluem maior diversidade de tipos de seres industriais, identificação dos materiais utilizados como matérias-primas ou subprodutos dos processos de transformação, aplicação de processos tecnológicos para agregar qualidade a esses subprodutos e transformá-los em matérias-primas a serem usadas em outros processos, e identificação da cadeia logística necessária para manter a sustentabilidade do suprimento de matérias-primas e do consumo dos subprodutos. Essas regiões econômicas estão operando de forma mais circular, reduzindo significativamente o consumo de novos materiais em comparação com o modelo tradicional.

A nova realidade dessas regiões econômicas cíclicas é caracterizada pela redução do consumo de materiais, pela menor emissão de resíduos de baixa qualidade, pela introdução de uma maior quantidade e variedade de seres industriais, pelo aumento do número de empregos, pela melhoria na qualidade social e pelo crescimento do produto interno bruto local. Assim como em um ecossistema natural, esses novos ecossistemas industriais, operando de forma cíclica, aumentam a capacidade de sustentabilidade da região econômica onde estão inseridos. A estrutura conceitual da ecologia industrial permite o desenvolvimento de uma região econômica em direção à estabilidade termodinâmica, ou seja, à sua perenização.

Diagnóstico do grau de circularização: avaliação e ferramentas

A economia circular é baseada na importância da caracterização dos fluxos de materiais nos ecossistemas industriais, incluindo a sua disponibilidade, a evolução ao longo do tempo e a movimentação entre os locais de produção e uso. Para caracterizar o desempenho desses ecossistemas, as principais ferramentas se baseiam no diagnóstico e no controle dos balanços de massa dos materiais. Em uma região industrial, é essencial identificar a quantidade de matéria-prima necessária, a sua localização, a quantidade de produtos gerados e para onde devem ser enviados, além das emissões associadas ao transporte e à produção.

Uma região industrial pode ser decomposta em três escalas de fluxos de materiais. No nível mais básico vem a produção individual de bens principais, como chapas de aço, peças de alumínio, vidros planos, polímeros sintéticos e borrachas naturais. Em um nível intermediário, esses produtos básicos são agrupados em produtos mais complexos, como automóveis. O nível mais amplo é caracterizado por uma diversidade maior de sistemas tecnológicos, abrangendo desde alimentos, têxteis, eletricidade até combustíveis e preparação de infraestrutura, formando assim a região industrial completa.

Existem métodos de diagnóstico específicos para caracterizar os fluxos de massa em cada um desses níveis. Esses métodos foram desenvolvidos a partir dos anos 1970. Desde os anos 1980 eles têm sido ferramentas essenciais para o diagnóstico e o controle das principais regiões econômicas. Além dos métodos de balanço de massa, a certificação de qualidade (rótulos) e a caracterização da cadeia de suprimento também ajudam a compreender a evolução dos materiais dentro das grandes regiões econômicas.

O diagnóstico do primeiro nível, o nível dos produtos, é realizado por meio da "avaliação do ciclo de vida" (ACV), que permite caracterizar a produção e o fornecimento de um produto ou serviço desde a extração dos recursos e a sua transformação, chegando até o descarte final. A ACV é um padrão internacional definido pela ISO 14040 e envolve a conversão dos fluxos de massa em impactos ambientais.

A "Tabela de Insumo-Produto" mede o nível dos setores. Ela identifica as relações entre os setores e subsetores de uma região econômica. Esse método foi aprimorado para converter os fluxos econômicos em fluxos de massa de matérias-primas e emissões, permitindo assim avaliar o impacto ambiental causado pela variação da demanda de um setor nos outros.

No terceiro nível o instrumento apropriado é a "análise de fluxo material" (AFM). Ele quantifica o uso de recursos, a sua conversão em produtos e infraestrutura, e as emissões resultantes dos processos produtivos. A AFM fornece valores de massa *per capita* que podem ser relacionados com o produto interno bruto *per capita*, revelando uma relação entre a evolução econômica e a quantidade de materiais e emissões.

Esses três métodos dependem de um abrangente sistema de coleta de dados e da qualidade do processo produtivo e consumo. Esse sistema tem sido utilizado em diversas regiões econômicas, especialmente na União Europeia, para monitorar a evolução da sociedade em termos não apenas econômicos, mas também de eficiência no uso de recursos e de impactos ambientais. Esses métodos são empregados desde a década de 1990 e contribuem para o desenvolvimento de sistemas que convertem os fluxos de matérias-primas em impactos ambientais. Eles fornecem informações precisas e cientificamente comprováveis sobre os impactos ambientais de uma sociedade consumidora-produtiva e por isso são úteis para gestores ambientais, empresas e a sociedade em geral.

Além disso, ao longo dos primeiros anos do século XXI, esses métodos, especialmente a ACV, viabilizaram um novo desdobramento: o redesenho do sistema produtivo linear para instalar sistemas mais circulares. Nos sistemas circulares, os produtos são recuperados e as suas partes são reintroduzidas no sistema produtivo, evitando a necessidade de usar novas unidades de matérias-primas. A economia circular só é viável graças à identificação precisa desses fluxos de materiais.

Nesse contexto, os sistemas de certificação de qualidade nacionais e internacionais desempenham um papel cada vez mais importante. No modelo linear atual, esses sistemas garantem a qualidade das matérias-primas utilizadas no processo produtivo. No entanto, na economia circular, surgem novos desafios, pois a matéria-prima pode ser um produto que esteja chegando ao fim de sua vida útil, necessitando de recuperação. A qualidade de suas partes deve ser definida para garantir a sua reintrodução no sistema produtivo. Por exemplo, no processo de reciclagem do vidro transparente, se uma garrafa de vidro marrom for incluída sem ser detectada, toda a qualidade do vidro recuperado no forno será prejudicada. Será necessário vender o vidro como de qualidade inferior até que várias produções subsequentes de vidro totalmente transparente restaurem a sua qualidade original.

Esse ambiente econômico mais complexo exige um grande esforço por parte dos sistemas de certificação de qualidade. Por exemplo, a ISO 14040, associada à ACV, está ligada ao sistema de rotulagem ambiental descrito pela norma ISO 14025. Isso significa que deve existir um sistema de certificação de qualidade ligado à caracterização de um sistema tecnológico por meio da ACV. Na União Europeia, essa combinação tem sido utilizada para demonstrar a qualidade ambiental dos produtos para os consumidores exigentes da região e como uma barreira técnica contra produtos externos produzidos em regiões menos avançadas no controle dos fluxos de massa em seus sistemas tecnológicos.

Além disso, com a globalização do consumo, um produto novo gerado em um local pode chegar ao fim de sua vida em qualquer outro lugar do mundo. A agregação de valor e qualidade às matérias-primas ocorre em um local geográfico específico, mas o produto é distribuído e consumido em todo o mundo por ser parte de um sistema globalizado. Esse é um dos principais desafios para a implementação de uma economia circular global: criar um sistema de rastreamento capaz de garantir a evolução e o funcionamento da cadeia de suprimentos linear atual, transformando-a em uma cadeia de suprimentos circular, na qual seja possível identificar a origem do material, a sua associação com o produto original, as modificações pelas quais passou, etc. O rastreamento tem sido testado por meio de QR codes e do conceito de *blockchain*, aproveitando os sistemas de gestão de informação da Indústria 4.0, mas isso ainda está em estágio inicial ou experimental. No entanto, deve ficar claro que as ferramentas para garantir o funcionamento de uma economia circular já existem e estão sendo aplicadas com diferentes níveis de maturidade.

As camadas ambiental-econômico-social do ecossistema industrial circular

As camadas ambiental, econômica e social do ecossistema industrial circular podem ser descritas de forma semelhante à organização de uma região econômica em três níveis distintos: produtos, setores e a própria região. Além disso, essa organização aparece nos dois sistemas em que a região opera: o ecossistema natural e o sistema humano. O sistema humano faz com que a região funcione e obtenha os produtos necessários para manter a sua qualidade de vida. O ecossistema natural fornece os recursos necessários e atua como um reservatório para as emissões e resíduos gerados durante os ciclos produtivos e para as emissões e resíduos resultantes do uso desses produtos pelo sistema humano. Ocorre uma constante troca de informações de massa entre os três sistemas e essa interação afeta cada um deles de maneiras distintas.

Nos últimos dois séculos, o sistema humano adotou uma estratégia produtiva linear unidirecional. Ele retira recursos de alta qualidade do sistema natural, processa e utiliza esses recursos, e devolve ao sistema natural resíduos totalmente desprovidos de qualidade. No entanto, nos últimos 40 anos, empresários, gerentes e cientistas investiram em ferramentas para compreender melhor as relações entre o sistema humano e os outros dois sistemas e para identificar as implicações dessas relações na qualidade dos três sistemas.

O uso dessas ferramentas tem causado o reconhecimento de que o sistema linear de produção e consumo não é sustentável em longo prazo para nenhum dos três sistemas. Isso tem estimulado a adoção de uma estratégia baseada no funcionamento do sistema natural: a estratégia de produção e consumo circular. Ela busca devolver a qualidade aos materiais ao longo do ciclo produtivo por meio de várias etapas de processos de transformação, promovendo a eficiência no uso dos recursos mediante a reciclagem durante múltiplos ciclos de produção e uso.

A transição do sistema linear de produção e consumo para um sistema circular teve início há mais de 20 anos, impulsionada pelo uso das mencionadas ferramentas de diagnóstico e controle. Essas ferramentas permitem o redesenho dos processos produtivos, a identificação de novos setores industriais necessários para a reciclagem de materiais e o contínuo aumento da eficiência no uso dos recursos. Um exemplo destacado dessa otimização ocorre no sistema natural, em que átomos de carbono são incorporados repetidamente ao longo de diferentes ciclos de produção e uso, como ocorre com a cana-de-açúcar transformada em álcool e depois incorporada a um novo caule de cana.

A aplicação da estratégia circular tem se expandido paulatinamente a elementos presentes em diversos produtos, como o carbono presente em alimentos, roupas e plásticos, o silício do vidro das garrafas, o aço e alumínio dos carros, a prata e a platina dos processadores eletrônicos, e o lítio das baterias de carros elétricos. Cada exemplo requer a identificação dos locais adequados para o descarte final, dos processos de coleta, da logística de transporte para novos locais de reprocessamento e da agregação de qualidade para a sua reintrodução no sistema produtivo. Essa operacionalidade implica na criação de novos sistemas industriais, novas profissões e novas oportunidades de emprego.

As iniciativas bem-sucedidas de economia circular até o momento comprovam que há benefícios para os três sistemas envolvidos: o sistema natural é menos sobrecarregado em termos de extração de novos recursos e da redução de resíduos e emissões lançados nele; o sistema humano tem evoluído tanto como produtor quanto como consumidor; e o sistema ambiental tem sido menos impactado. No entanto, levará algum tempo para que o sistema ambiental responda de forma positiva a essa mudança no padrão de produção e consumo.

Três iniciativas exemplares de circularidade produtiva devem ser mencionadas. A primeira ocorre na região administrativa-industrial da cidade de Kalundborg, na Dinamarca. Essa região é reconhecida como a pioneira no uso dos conceitos de simbiose industrial, resultado de um esforço executado ao longo de mais de 30 anos. As outras duas iniciativas são de abrangência nacional e se baseiam em planos de desenvolvimento industrial: o Programa Nacional de Simbiose Industrial (*National Industrial Symbiosis Programme*, NISP), no Reino Unido, e a iniciativa da China de desenvolver uma rede de regiões industriais que operam de acordo com as diretrizes da economia circular.

Essas iniciativas têm sido operacionalizadas em âmbitos geograficamente localizados e requerem uma gestão otimizada. No entanto, elas demonstram com sucesso o potencial da economia circular para melhorar o desempenho econômico, reduzir os impactos ambientais e melhorar o tecido social.

Considerações finais

Este capítulo explorou a estrutura dinâmica de metabolismo de um ecossistema natural e a eficiência no uso de recursos naturais extraídos desses ecossistemas. Essa dinâmica é baseada na transformação e ciclagem de materiais, diferentemente do ecossistema industrial humano linear, que extrai materiais de qualidade do ambiente natural e devolve a ele materiais sem qualidade, levando ao acúmulo de resíduos não utilizados. A ecologia industrial surgiu como uma abordagem para a circularização da economia, inspirada nos ecossistemas naturais. Regiões econômicas com características mais circulares têm diversidade de seres industriais, processam subprodutos em matérias-primas para outros atos de transformação e implementam cadeias logísticas sustentáveis. Essa abordagem demonstrou que a extração de novos materiais e a emissão de resíduos são reduzidos e que ela contribui para o desenvolvimento econômico local.

Ferramentas, como balanços de massa, a ACV e a Tabela de Insumo-Produto, avaliam e controlam o desempenho dos ecossistemas industriais. Essas ferramentas permitem identificar a quantidade de matéria-prima necessária, a produção de bens, as emissões e a movimentação dos materiais ao longo da região industrial.

Os exemplos atuais de economia circular demonstram que os três sistemas envolvidos evoluem de forma positiva: o sistema natural é menos sobrecarregado por causa da redução da extração de novos recursos e da redução de resíduos e emissões; o sistema humano cresce tanto como produtor quanto como consumidor; e o somatório resulta num sistema ambiental menos impactado.

A evolução do sistema econômico na direção de um sistema circular é um processo em construção desde o início deste terceiro milênio. Um aprofundamento no uso dos conceitos da ecologia industrial no sentido de aumentar a circularização da economia numa escala global poderá ser um caminho para que todos os habitantes da Terra sejam capazes de atingir altos padrões de qualidade de vida.

LITERATURA COMPLEMENTAR E SUGESTÕES DE LEITURA

» BROADBENT, C. et al. Aggregated data development. In: Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases: a basis for greener processes and products. 1. ed. Paris: Imprimerie Escourbiac, 2011. v. 1, p. 59-74.

» CALDEIRA-PIRES, A. Competitividade industrial e declarações ambientais de produtos tipo III ISO 14025: a metrologia dos impactos ambientais das atividades econômicas. In: Metrologia: ideias inovadoras para o desenvolvimento industrial. 1. ed. Brasília: Senai, 2005. v. 1, p. 65-80.

» ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Circular Economy: rethinking value creation. Palgrave Macmillan, 2019.

» FITZSIMONS, D. Remanufacturing: the route to the circular economy. Gower Publishing, 2012.

» GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. Industrial Ecology. Prentice Hall, 2010.

» LACY, P.; RUTQVIST, J. Waste to Wealth: the circular economy advantage. Palgrave Macmillan, 2015.

» MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Cradle to Cradle: remaking the way we make things. North Point Press, 2002.

» MULLIGAN, C. et al. (Ed.). Circular Economy: global perspectives on design, management, and policy. Elsevier, 2019.

» STAHEL, W. R. The Circular Economy: a user's guide. Edward Elgar Publishing, 2016.

» VISSER, W. et al. (Ed.). Closing the Loop: benchmarks for a sustainable future. Greenleaf Publishing, 2014.


FINATEC
Centro de Desenvolvimento
Sustentável UnB
UnB