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

SEÇÃO

02

FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



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.


FINATEC
Centro de Desenvolvimento
Sustentável UnB
UnB