

## **ECONOMIA ECOLÓGICA<sup>1</sup>**

### **Resumo**

A economia ecológica se formou no fim dos anos 1980 como campo de estudo transdisciplinar que atraiu ecólogos sistêmicos e economistas dissidentes. Inspirou-se da *Lei da Entropia e o Processo Econômico* de N. Georgescu-Roegen (1971) junto com o trabalho do ecologista H. T. Odum e o do economista K. Boulding. Alcança-se a complexidade de estruturas vivas “capturando-se” energia por meio da fotossíntese e dissipando-se energia a sistemas externos. Entretanto, a economia industrial não funciona apenas pelo uso da fotossíntese atual. Queima estoques insubstituíveis de combustíveis fósseis e produz danos irreversíveis à natureza. A escala da economia é grande demais; portanto, os ciclos naturais não podem produzir recursos ou absorver ou assimilar resíduos de forma sustentável, como, por exemplo, metais pesados ou quantidades excessivas de dióxido de carbono. A economia ecológica compreende a valoração monetária de serviços ambientais (positiva) e de externalidades (negativa), como também avaliações físicas dos impactos ambientais da economia humana, medidas por meio de indicadores novos. Dá importância também a indicadores sociais. Outro foco importante é o estudo das relações entre direitos de propriedade e a gestão de recursos naturais. A economia ecológica favorece mais avaliações multi-critério que a análise custo-benefício, enfatizando a incomensurabilidade de valores. Também desenvolveu uma macroeconomia ecológica sem crescimento.

### **Palavras-chave**

Ecologia humana. Metabolismo social. Entropia. Economia de estado estacionário. Sustentabilidade forte. Economia ambiental. Valoração econômica. Serviços ambientais. Direitos de propriedade.

### **1. Introdução**

A economia ecológica é um campo de estudo transdisciplinar que enxerga a economia como um subsistema de um ecossistema global maior e finito. Economistas ecológicas questionam a sustentabilidade da economia pelos seus impactos ambientais e os seus requisitos materiais e energéticos e também pela expansão demográfica. Esforços para atribuir valores monetários a serviços e perdas ambientais, corrigindo assim a contabilidade macroeconômica, fazem parte da economia ecológica, mas sua orientação principal é mais no sentido de introduzir indicadores e índices físicos da sustentabilidade. Economistas ecológicas também trabalham com as relações entre direitos de propriedade e a gestão de recursos; modelam as interações entre a economia e o meio ambiente; estudam conflitos ecológicos distributivos; usam ferramentas de gestão como avaliação ambiental estratégica e processos decisórios multi-critério; e propõem novos instrumentos de políticas ambientais.

No começo da economia ecológica (Daly, 1984) havia um debate entre três abordagens. A primeira (não) ia além da mera descrição da economia humana em termos ecológicos (fluxos de energia e materiais, evolução tecnológica por analogia à evolução biológica) e a busca por um parâmetro comum físico (tal como o valor medido em termos energéticos). A segunda seguia a estratégia de pôr uma etiqueta de preço em tudo, usando preços de mercado fictícios quando faltavam preços de mercado reais. Enquanto essas duas abordagens são reducionistas, a terceira é transdisciplinar.

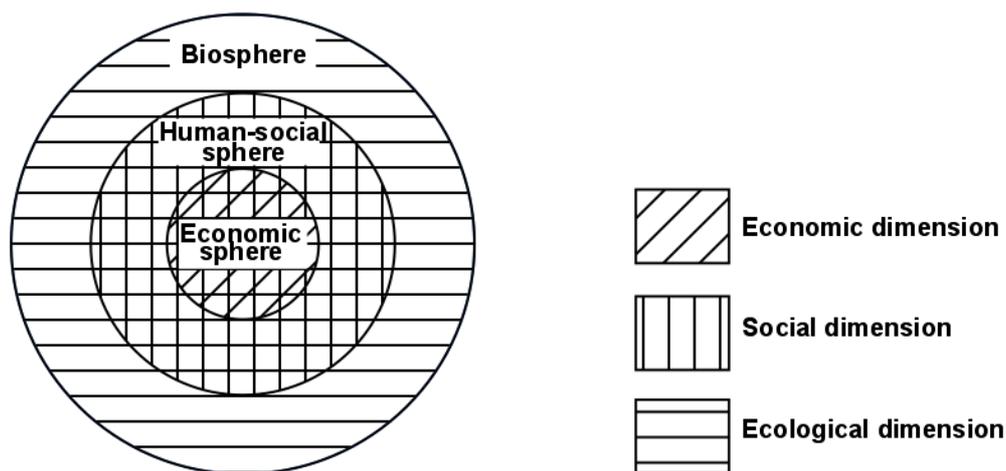
---

<sup>1</sup> Aprovado para publicação na internet em português em setembro de 2015. Traduzido do original inglês por Joseph S. Weiss e Clóvis Cavalcanti.

## 2. A economia embutida na sociedade e na natureza

Em 1979, René Passet em *L'économique et le vivant* desenhou uma imagem das relações entre a natureza, a sociedade humana e a economia humana (Figura 1) que se tornou símbolo para a economia ecológica.

Figura 1. A Economia embutida nas instituições da sociedade humana e na biosfera



O desenho mostra a realidade óbvia que a natureza existiu antes da sociedade humana e a sociedade humana se antecipou em muitas gerações ao sistema de mercado generalizado. Esta visão tem implicações para a economia. O ensino da teoria das externalidades (i.e. os impactos da economia ao meio ambiente não medidos por preços de mercado) não deve esperar até o momento no qual os alunos já compreendam a análise do equilíbrio geral do mercado. Ao contrário, o estudo do mercado (crematística) deve seguir o estudo da ecologia e das instituições sociais. As “externalidades” vêm antes das “internalidades.” A economia de mercado não pode existir sem as instituições sociais nem sem os produtos e serviços ecossistêmicos não remunerados.

Economistas ecológicos enxergam a economia como um sistema aberto. Na termodinâmica, os sistemas são classificados como "abertos" à entrada e saída de energia e materiais, "fechados" ao ingresso e egresso de materiais, enquanto abertos à entrada e saída de energia, como o da terra, e sistemas "isolados" (sem o ingresso e egresso de energia e materiais). A disponibilidade de energia livre e a ciclagem de materiais permitem às formas vivas se tornarem cada vez mais organizadas e complexas; o mesmo se aplica à economia. Produzem-se energia e resíduos nesse processo. Os ciclos naturais não podem produzir os recursos de forma sustentável nem absorver ou assimilar os resíduos – tais como metais pesados ou dióxido de carbono – se a escala da economia for muito grande e sua velocidade for por demais rápida.

Na economia ecológica, enxerga-se a economia como embutida no ecossistema (ou, de modo mais exato, na percepção social cambiante da história do ecossistema). A economia também está embutida na estrutura dos direitos de propriedade sobre os recursos e serviços ambientais, na distribuição social do poder e da renda, nas estruturas sociais de gênero, classe ou casta social. Na economia predominante, em vez dessa visão, a economia é vista como um sistema auto-suficiente, onde se formam os preços de bens e serviços ao consumidor e os preços para os serviços dos fatores de produção.

Economistas ecológicos (Norgaard, 1990) disputam a visão de que como as matérias primas são baratas devem ser abundantes, que era corrente nos anos 1960 segundo Barnett, Krutilla e outros.

Mercados são míopes, descontam o futuro, não enxergam as escassezes futuras incertas de fontes ou sumidouros. Economistas ecológicos compreendem e até simpatizam com esforços para "internalizar" externalidades no sistema de preços, concordam facilmente com propostas para corrigir preços com impostos (tais como a aplicação de "impostos sobre a depreciação do capital natural" ou de impostos à poluição) mas negam que exista um conjunto de "preços ecologicamente corretos".

### 3. História e Origens

No final do século 19 e início do século 20, o biólogo e urbanista Patrick Geddes, o químico Frederick Soddy e o engenheiro e reformista social Josef Popper-Lynkeus haviam se esforçado sem êxito em promover uma visão biofísica da economia, como um subsistema embutido num sistema maior sujeito às leis da termodinâmica (Martinez-Alier e Schlüpmann, 1987). Os ciclos do carbono e dos nutrientes vegetais haviam sido descobertos em torno de 1850 ou 1860, enquanto foram estabelecidas a primeira e segunda lei de termodinâmica (conservação e transformação de energia, como também a dissipação da energia e o aumento da entropia).

O conflito inventado entre a teoria "otimista" da evolução, que explicava a diversidade da vida e a segunda lei "pessimista" da termodinâmica, era básico à dieta cultural do início dos 1900. Ao elogiar as contas energéticas da agricultura publicadas em 1880 pelo revolucionário "narodnik" e médico S. A. Podolinsky, o ecologista Vernadsky escreveu em 1924 (Vernadsky, 1924, p 334-5) que Podolinsky havia analisado a energética da vida (sendo que sistemas de vida seriam abertos à entrada de energia) e que havia aplicado essas idéias à análise da economia. De fato, Podolinsky havia escrito que, para que uma economia fosse sustentável, a produtividade energética do trabalho humano (i.e. a quantidade de energia disponibilizada por um dia de trabalho humano) deve ser maior (ou igual, se todos trabalham) que a eficiência da transformação da entrada de energia no trabalho humano. A produtividade energética de um mineiro de carvão (exemplificou Podolinsky) era muito maior do que um agricultor poderia obter mas que esse superávit de energia de combustíveis fósseis era transitório (Podolinsky, 1880, 1883).

Portanto, os ingredientes chaves para uma visão ecológica da economia estavam presentes muito antes do nascimento da economia ecológica autoconsciente dos anos 1980s, que demorou pelas fronteiras rígidas entre as ciências naturais e sociais. O biólogo e ecologista de sistemas Alfred Lotka, nascido em 1880, havia introduzido nos anos 1910 e início dos anos 1920 a distinção fundamental entre os usos endossomático e exossomático da energia pelos humanos. Enquanto temos instruções genéticas quanto à quantidade a ser consumida de energia alimentar (cerca de 7 a 10 MJ por dia por adulto), nosso uso exossomático de energia depende da cultura e renda e alcança 1 GJ ou mais por dia para as pessoas ricas.

Muito mais tarde, quatro economistas bem conhecidas, que ainda não formava uma escola, são vistos em retrospectiva como economistas ecológicos: Nicholas Georgescu-Roegen (1906-94), o autor de *The Entropy Law e the Economic Process* (1971) (onde citava Lotka com frequência), Kenneth Boulding (1910-93), que trabalhou mais na análise de sistemas gerais, K. W. Kapp (1910-76) e S. von Ciriacy-Wantrup (1906-80), ambos economistas institucionalistas. O ecologista de sistemas H. T. Odum (1924-2002) estudou o uso da energia na economia e alguns dos seus alunos surgem entre os primeiros economistas ecológicos dos anos 1980s. Outras fontes da economia ecológica estão nas áreas de Economia Ambiental e de Recursos (microeconomia aplicada a poluição ambiental e a depleção de recursos naturais), da Ecologia Humana, Antropologia Ecológica, Agroecologia e Ecologia Urbana, e o estudo do "metabolismo industrial" tal como desenvolvido por Robert Ayres (nascido em 1932), hoje conhecida por Ecologia Industrial.

Os primeiros livros ou edições especiais de revistas com o título de "Economia Ecológica" surgiram em 1987. Após reuniões em Estocolmo e Barcelona com um grande grupo de ecologistas e economistas, Robert Costanza e Herman Daly fundaram a Sociedade Internacional para Economia Ecológica (ISEE) e convocaram a primeira conferência mundial em Washington, DC em 1990. O livro que saiu dessa primeira conferência (Costanza ed., 1991) definiu o campo de forma ambiciosa como sendo "a ciência e a gestão da sustentabilidade". A revista acadêmica exitosa *Ecological Economics* foi iniciada em 1989, editada primeiro por Robert Costanza e depois por Cutler Cleveland (que também edita a Encyclopedia of the Earth) e Richard Howarth.

Alguns economistas ambientais da persuasão neoclássica também estiveram presentes nesses esforços iniciais. David Pearce se tornou um dos principais editores da nova revista, *Ecological Economics*, mas deixou a revista após 1994 devido às disputas internas sobre o que hoje se chama “sustentabilidade fraca vs. sustentabilidade forte”. Pearce influenciou o Banco Mundial a fazer contas macroeconômicas nas quais o “capital feito pelo homem” poderia, em teoria, substituir do chamado “capital natural”. Isso era “sustentabilidade fraca”, i.e. “sustentabilidade num sentido fraco do termo.” Herman Daly, Peter Victor e outros economistas ecológicos fizeram objeção à “sustentabilidade fraca”. Não se poderia substituir de forma sustentável o aumento em cavalos-vapor de uma frota de pesca pelo declínio da disponibilidade de peixe. E ainda, a mensuração de estoques de capital dependia da taxa de lucro (conforme discussão nas controvérsias sobre a teoria do capital dos anos 1970) (Victor, 1991).

Por outro lado, a ISEE é uma sociedade científica que encoraja controvérsia interna e que também é produto do movimento ambientalista dos anos 1960 e 1970 nas suas diversas variações. O pluralismo interno e talvez alguma confusão de ideias estavam presentes no volume produzido após a segunda conferência da ISEE em Estocolmo em 1992, *Investing in Natural Capital: the ecological economics approach to sustainability*. Enquanto alguns economistas ecológicos sentem até hoje que seja útil a metáfora de “capital natural”, outros a rejeitam fortemente, pois isso sugere que podemos usar “unidades de capital” como uma régua comum que tornariam comensuráveis as perdas de biodiversidade com os aumentos nos estoques de capital manufatureiro. O conceito de “capital natural” apóia políticas tais como a “troca entre habitats” (destrói-se um habitat e se protege outro, distante, com eficácia) ou a doutrina da empresa mineira Rio Tinto de “impacto positivo líquido” (destrói-se um local novo enquanto outro é preservado e melhorado, dando volta ao mundo até que não haja mais espaços naturais).

Enquanto H. T. Odum (e seus discípulos que trabalham na energética ecológica humana: A. M. Jansson, Robert Costanza, Charles Hall, Cutler Cleveland), David Pimentel com Mario Giampietro (energética agrícola) e C. S. Holling (“resiliência”) foram os avôs, mães e pais ecológicos da economia ecológica, K. Boulding e N. Georgescu-Roegen foram os avôs economistas. (K. W. Kapp faleceu cedo, perdendo o nascimento da economia ecológica). Foi decisiva a influência de Herman Daly. Daly (nascido em 1938) publicou seu primeiro artigo sobre aquilo que hoje chamamos de economia ecológica em 1968 na *The Journal of Political Ecology*. No início dos anos 1990 (Daly e Cobb, 1989), ele promoveu um índice de bem estar econômico sustentável (ISEW), expresso em termos monetários, com resultados muito diferentes que dos do PIB (devido a pressupostos diferentes nos cálculos). Naquele momento, parecia ser uma boa maneira para atacar a contabilidade do PIB, mas um índice em termos monetários era incongruente com a crítica à “sustentabilidade fraca”. Daly manteve seu status na área e recentemente a aumentou pois sua defesa da economia em estado estacionário (Daly 1973) é visto hoje como o anúncio da nova macroeconomia ecológica sem crescimento (Victor, 2008; Jackson, 2009).

No seu trabalho, Daly se inspirou de forma explícita em Boulding e Georgescu Roegen. Boulding havia publicado seu artigo famoso sobre *The Economics of the Coming Spaceship Earth* (uma nave espacial onde os materiais teriam que ser reciclados) (Boulding, 1966). Ele se tornou um membro de carteirinha da ISEE e um autor no livro coletivo editado por Costanza (1991). Georgescu-Roegen se recusou a ser levado à ISEE; ele preferiu intitular o campo como “Bioeconomia” (Mayumi, 2001; Bonaiuti, 2011) e anunciou a publicação de um livro com esse título que nunca saiu. Não gostou do artigo de Costanza na *Science* de 1980 (Costanza, 1980) que propunha uma teoria energética de valor; também não gostou das contas de “emergia” (energia embutida) de H.T. Odum, às quais respondeu com um retruque irritado: “a matéria também conta” (Georgescu-Roegen, 1977), contra o que ele chamou de “dogma energético”. Por outro lado, Boulding, mais preocupado com a escassez de materiais que com a dissipação da energia, escreveu uma crítica pouco entusiasta da obra magna de Georgescu-Roegen. No seu devido tempo, a edição das obras colecionadas e correspondência das principais figuras intelectuais e pioneiros da economia ecológica esclarecerá a substância real, se houver, desses desacordos e querelas.

O ponto de Georgescu-Roegen sobre a importância da entropia para a economia é como segue: A vida é “neguentrópica”: Georgescu citou com frequência *What is Life* de Schrödinger (1944). A evolução das espécies, a complexidade das estruturas viventes, foi alcançada pela “captura” de energia, por meio da fotossíntese, e pela dissipação de energia a sistemas externos. Entretanto, a economia industrial, depois da revolução termo-industrial (Grinevald, 1976) não funcionou só pelo uso da fotossíntese atual

ou a energia hidráulica. Estava queimando estoques de combustíveis fósseis. Mesmo uma economia industrial que não estivesse crescendo não seria sustentável pois a energia não pode ser usada duas vezes (com exceção de casos menores como a “co-geração”). Durante qualquer dia em 2013, tiramos 90 milhões de barris de petróleo da “floresta subterrânea” (Sieferle, 2001), amanhã faremos o mesmo, um pouco mais ou um pouco menos, seja do fundo do mar seja dos campos do Iraque ou da Arábia Saudita, da floresta tropical do Equador ou da Delta do Orinoco na Venezuela. Talvez a EROI (o retorno à energia sobre o insumo energético) esteja em declínio ou talvez ainda não. Georgescu também estava muito consciente do “pico de petróleo” de Hubbert que se aproximava.

Enquanto podemos afirmar que Darwin ganhou de Sadi Carnot (Prigogine e Stengers, 1984), na economia industrial as fontes de entropia baixa escasseiam. Além disso, na prática, os materiais não podem ser plenamente reciclados (uma observação que Georgescu tentou glorificar, sem êxito, como uma 4ª Lei da Termodinâmica, Mayumi, 2001). Georgescu enxergava a economia como um sistema aberto não apenas ao ingresso de energia e materiais como ainda ao egresso inevitável do “garbojunk” (uma palavra que ajunta garbage com junk, sinônimos para lixo), inconveniente e não reciclável.

A contribuição fundamental de Georgescu à economia ecológica foi, portanto, devido a que, por motivo da Segunda Lei da Termodinâmica ou da Lei da Entropia, mesmo uma economia industrial que não esteja em crescimento não é sustentável. Portanto, nas economias ricas, não seria suficiente uma economia de estado estacionário (como proposta por Daly, apoiando-se em Stuart Mill). Uma economia de estado estacionário objetiva níveis demográficos e de consumo de energia e materiais levemente flutuantes. Taxas de nascimento iguais a taxas de mortalidade, e, em termos econômicos, poupança/investimento igual a depreciação. Georgescu disse que, nos países ricos, é necessário o decrescimento nos insumos de combustíveis fósseis e outros materiais. Daí a concordância de Georgescu com o título francês à seleção dos seus artigos organizada por Grinevald em 1979, *Demain la Décroissance*. Em retrospecto, esse livro se tornou, 25 anos mais tarde, uma inspiração principal para o movimento europeu de “decrescimento” (Martinez-Alier et al., 2010). Ninguém já pregou um decrescimento 100% da economia. O limite mínimo de Georgescu seria um no qual a economia fosse alimentada pelo influxo atual da energia solar. Portanto, existe uma confluência de ideias entre o decrescimento de Georgescu, o estado estacionário de Daly (Kerschner, 2010) e a nova macroeconomia ecológica sem crescimento.

Além dos Estados Unidos e a Europa, a escola japonesa de entropia da análise econômica (Tamanoi, Tsuchida, Murota, 1984) estudou os serviços ambientais proporcionados pelo ciclo hídrico, como também os ecossistemas urbanos antigos do Japão. Na Índia, houve muitos trabalhos desde os anos 1970, por economistas e também por ecologistas (Madhav Gadgil), sobre as ligações entre a gestão florestal ou hídrica e os direitos de propriedades comuns, hoje em dia um dos principais focos de interesse na economia ecológica (Berkes e Folke eds., 1998; Agarwal, 2010). Outros economistas ecológicos originais (cujos trabalhos principais não foram em inglês) incluem, na França, René Passet (1979), e Ignacy Sachs, que propôs, no início dos anos 1970, o conceito de “ecodesenvolvimento”; Roefie Hueting (1980) nos Países Baixos e Christian Leipert na Alemanha; José-Manuel Naredo na Espanha (Naredo, 1987). Para introduções gerais à área: Costanza et al. eds., 1997; Cleveland et al., 2001; Martinez-Alier e Röpke, eds., 2008; Spash, ed., 2009).

#### **4. Uma macroeconomia ecológica nova sem crescimento**

A preocupação inicial da macroeconomia keynesiana era com o “curto prazo”. Uma receita para tempos de crise era aumentar os gastos deficitários (aumentar a dívida pública) para financiar as despesas públicas e assim aumentar o emprego, para compensar o declínio do investimento privado que causou a crise econômica. Entretanto, tal investimento público por si só aumentaria a capacidade produtiva da economia; portanto, no longo prazo haveria a necessidade de novamente aumentar a demanda agregada. O keynesianismo se tornou a doutrina do crescimento econômico contínuo por meio dos modelos Harrod-Domar dos anos 1950. Em 2008-09, uma macroeconomia ecológica nova sem crescimento fez um avanço na opinião pública, devido a dois economistas ecológicos de longa data, Peter Victor e Tim Jackson. Os economistas ecológicos oferecem uma novidade ao mundo: uma macroeconomia, inspirada na keynesiana, sem crescimento econômico. Economistas ecológicos haviam já se esforçado em dialogar com a economia keynesiana e pós-keynesiana (Daly e Farley, 2010, Holt et al., 2009) e também havia a tradição da economia de estado estacionário.

Peter Victor dá várias razões de por que um país como o Canadá não deveria ter crescimento econômico. Medir o crescimento econômico por variações no PIB está relacionado de forma indissociável com aumentos em materiais e energia, mesmo com ganhos de eficiência ao longo do tempo. Dados históricos demonstram a relação positiva entre crescimento econômico e fluxos maiores de materiais e energia (medidas como trabalho realizado, Ayres e Warr, 2009). De fato, ganhos em eficiência às vezes contribuem para aumentos nos fluxos de materiais e energia por causa da operação do Paradoxo de Jevons, também conhecido como “efeito de ricochete”.

Como poderíamos nos virar sem crescimento, pelo menos em países avançados? Essas economias são muito ricas, medidas segundo padrões de consumo, mas a felicidade ou a satisfação com a vida não tem aumentado *pari passu* com renda e consumo. O chamado Paradoxo de Easterlin diz que a satisfação com a vida não cresce acima de certo nível de renda, talvez US\$ 15.000 por ano per capita.

Victor mostra então, por meio de modelos de simulação, que uma economia sem crescimento no Canadá poderia manter a satisfação pela vida, quase alcançar o pleno emprego, eliminar pobreza e reduzir os gases de efeito estufa de forma significativa. Ao mesmo tempo, o peso da dívida pública relativo ao PIB diminuiria. Talvez, mais que os resultados, que dependem, como usual, dos pressupostos dos modelos, a novidade marcante está na pergunta em si de Victor (2008), “é possível gerir a economia sem crescimento?”

Enquanto isso, Tim Jackson escreveu um relatório para o governo britânico com o título: *Prosperidade sem crescimento?* (Jackson, 2009). Ele argumentou que a dívida do consumidor havia crescido demais antes da crise econômica de 2008, enquanto a dívida pública aumentaria enormemente em muitos países após 2008. Pode-se liquidar dívidas com a inflação (com a perda de valor da moeda), ou pelo empobrecimento dos devedores (chamado por alguns gregos de *dividocracia*, sob as regras dos credores) ou por crescimento econômico. Aqui Jackson relembra outra vez não apenas as críticas bem conhecidas ao PIB, mas também a pesquisa sobre o Paradoxo de Easterlin.

Jackson pediu, de forma repetida, pela prudência financeira, não só pelo risco de inadimplência mas ainda mais pelo fator de que o reembolso da dívida requer o crescimento econômico e deve-se evitar crescimento em países ricos por razões ecológicas e sociais. Os motivos ecológicos estão evidentes. Se continuarem as tendências mundiais de 2007, para manter a concentração de dióxido de carbono abaixo dos 450 ppm, a intensidade de carbono dos países ricos deveria diminuir mais de cem vezes até 2050. Isso parece impossível. Jackson deu ênfase ao efeito estufa mais que ao “pico do petróleo” e outros limites planetários tal como a perda de biodiversidade. Era suficiente para ele demarcar sua posição.

O desenvolvimento do potencial humano não deve e não pode ser alcançado pelo incremento do consumo de “bens de posição (posicionais)”. Portanto, parar o crescimento econômico é sensato dos pontos de vista ecológico, econômico e social. A falta de crescimento requer uma reavaliação dos bens e serviços que podemos obter dos ativos comuns (*commons*) sem prejudicar o bem-estar de outros povos. Jackson oferece recomendações de políticas com base na macroeconomia ecológica. Se não houver crescimento econômico, crescerá o desemprego, dada a tendência de aumento da produtividade do trabalho devido ao progresso técnico e o impulso pelo lucro. Enquanto André Gorz chocou quando disse *adieu au prolétariat* já em 1980 (não na China ou na Índia mas na Europa), Jackson se preocupa com o “estigma do desemprego”. Logo, deve-se dar apoio ao setor chamado de Cinderela (que, lembrando William Morris, pode ser chamado de setor de “Notícias de Lugar Nenhum”). Isso soa ingênuo mas é bem ponderado. Uma virtude desse setor é precisamente a sua baixa produtividade de trabalho e a capacidade de dar emprego útil em massa. Outras políticas de Jackson são uma renda cidadã básica universal e compartilhamento de trabalho, investimentos em energia renovável e recuperação e fortalecimento ecossistêmicos. Como é improvável que tais investimentos tragam altas taxas de retorno em termos monetários, terão que crescer a proporção de poupança (ou impostos) e o papel do setor público. Significa isso um retrocesso do capitalismo? Não se excite com palavras, é o lema de Jackson. Mas fica a questão de se, no fundo, seria de fato possível um sistema capitalista sem crescimento.

## **5. Dívidas financeiras comparadas com riqueza real**

A quantidade de riqueza real que uma economia pode criar se limita pela quantidade de energia e materiais de baixa entropia que pode retirar do ambiente externo de forma sustentável, e pela

quantidade de efluentes, tais como gases de efeito estufa, que o meio ambiente pode absorver de forma sustentável. A “prudência financeira” de Jackson não é uma nova doutrina da economia ecológica. Pelo contrário. Frederick Soddy, Prêmio Nobel de Química e *expert* em radioatividade, escreveu sobre energia e economia de 1910 em diante. Ele comparou “riqueza real”, que cresce nos ritmos da natureza e que, se transformada em capital manufaturado, é desgastada, com a riqueza virtual, na forma de dívidas que aparentemente podem crescer para sempre. A propriedade privada num sistema capitalista garante (por algum tempo) o aumento da dívida privada enquanto a dívida pública pode crescer, aparentemente, à base de garantias fornecidas pelo Estado. Mas isso era um edifício frágil.

Daly e outros economistas ecológicos citaram Soddy desde os anos 1980, muito antes da crise financeira de 2008. Crescimento não era viável quando alimentado por dívidas. O combustível real do crescimento econômico era carvão, petróleo, gás. Sim, vida é neguentrópica, mas mesmo o eucalipto não pode crescer a 8% por ano por mais de 15 ou 20 anos. Ai, param de crescer. O livro de Soddy de 1926 chamava-se *Debt, Wealth and Virtual Wealth*. Ele se baseou em John Ruskin. Ele queria dizer que a dívida não era riqueza real, era riqueza virtual. A riqueza real era os insumos atuais da energia solar. Apesar de que os economistas ecológicos ainda não criaram um plano de reforma monetária de consenso, eles seguem Soddy quanto à necessidade de “prudência financeira”, recomendando, por exemplo, um grande incremento nas exigências de reservas bancárias monetárias (Daly e Cobb, 1989).

Soddy citou com satisfação a distinção que Aristóteles fez entre *Oikonomia* e *Chrematistika*, como Marx havia feito e Karl Polanyi (1957) veio a fazer depois. Economistas ecológicos gostam desta distinção. *Oikonomia* significava o estudo do provisionamento material do *oikos* (família estendida) enquanto *chrematistika* era a arte do estudo de preços de mercado que permitem ganhar dinheiro, como, por exemplo, quando o indivíduo se torna um monopolista (palavra usada por Aristóteles). Aquilo que Aristóteles chamava de *Oikonomia* hoje seria chamado de ecologia humana ou antropologia econômica, enquanto *Chrematistika* seria o que os alunos apreendem em microeconomia.

## 6. Irredutibilidade das Necessidades

Nas teorias econômicas da produção e consumo, a compensação e a substituição regem supremas. Não é assim na economia ecológica, onde se empregam diversos padrões de valor “para levar em conta a natureza” (O'Connor e Spash, eds., 1999). Na teoria de consumo da economia ecológica, alguns bens são mais importantes que outros e não podem ser substituídos por outros (os economistas denominam isso uma ordem “lexicográfica” de preferências). Portanto, essa condição sagrada não pode ser negociada. E nenhum outro bem pode substituir ou compensar por uma quantidade mínima de energia endossomática ou de água, necessárias para a vida humana. Chamar ou o consumo endossomático ou uso exossomático da energia uma “necessidade ou desejo socialmente construído” deixaria de lado as explicações e/ou implicações ecológicas de tal uso de energia, enquanto chamar o consumo endossomático de energia uma preferência revelada trairia o ponto de vista metafísico do economista convencional.

Existe outra abordagem que, como indicado por John Gowdy e Susan Mesner (1998), se constrói sobre o “princípio da irredutibilidade das necessidades” (proclamado por Georgescu-Roegen no seu artigo sobre “utilidade” da edição da “Encyclopedia of the Social Sciences” de 1968). De acordo com Max-Neef (Max-Neef, 1992), todos os humanos têm as mesmas necessidades, descritas como “subsistência”, “afeto”, “proteção”, “compreensão”, “participação”, “lazer”, “criação”, “identidade”, “liberdade”... e não existe um princípio generalizado de substituição entre elas. Tais necessidades podem ser satisfeitas por uma variedade de “satisfatores”. Em vez de aceitar a produção econômica como um dado, podemos perguntar (como nas perspectivas do Estado-Estacionário ou no decrescimento) porque existe tanta viagem, tanta construção de casas com materiais novos em vez de restaurar as velhas... Existe uma tendência para usar “satisfatores” cada vez mais intensivos em energia e materiais para satisfazer necessidades predominantemente não materiais?

## 7. Contra a comensuração

Um dos fundamentos da economia ecológica é a incomensurabilidade de valores mesmo que os economistas ecológicos compreendam e, às vezes, pressionem pela valoração econômica de serviços ecossistêmicos, com a intenção alegada de os tornarem mais visíveis ao público geral e aos formuladores de políticas que, se supõe, pensam principalmente em termos monetários. Todavia, a

insistência na valoração monetária claramente torna menos visível a importância biológica e ecológica da Natureza, como também os valores culturais e da subsistência. A beleza e a santidade de montanhas como a Cadeia dos Montes Niyamgiri em Orissa (Índia) podem parecer desprezíveis quando comparadas com o valor monetário muito elevado dos seus depósitos de bauxita. Defende-se melhor a montanha além da valoração monetária (Temper e Martinez-Alier, 2013). Continuam na economia ecológica os debates sobre quando a valoração monetária é apropriada (Kumar, 2010). Talvez esteja-se chegando a um consenso de que a valoração monetária seja apropriada ao tentar tornar as empresas responsáveis pela litigação civil por seus passivos ambientais passados (como no caso da British Petroleum no Golfo do México, da Chevron-Texaco no Equador ou da Shell no Delta do Rio Níger) mas não é apropriada para tomar decisões sobre o futuro (seja sobre políticas de mudanças climáticas ou biodiversidade ou na construção de uma mina a céu aberto ou uma barragem), quando a valoração monetária se torna somente uma das várias linguagens de valoração relevantes.

Ao avaliar projetos de investimento, a economia ecológica prefere métodos de avaliação multi-critério participativos (Munda, 2008) e deliberativos (Zografos e Howarth, 2008) no lugar de análise de custo-benefício (CBA, na sigla em inglês). Isso não é apenas por problemas “técnicos” com a CBA (qual taxa de desconto usar, quais métodos de valoração monetária aplicar a bens e serviços sem mercados ou outras “externalidades” negativas), mas mais por motivo da questão política: Quem tem o poder ou direito de simplificar a complexidade ao impor um só idioma de valoração? A maioria dos economistas ecológicos (mas nem todos) se colocaria com Spash (2007, 2011) nas suas críticas vigorosas à abordagem CBA na revisão de Stern sobre as mudanças climáticas e contra o projeto TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) do PNUMA, como também na sua chamada por uma economia ecológica que rompa de forma definitiva com a economia ambiental e de recursos naturais neoclássica (Spash, 2012).

Debates sobre a valoração monetária fictícia e a sustentabilidade fraca têm acompanhado a economia ecológica desde seu início. Nos primeiros anos, foi preservada a identidade desse campo que considera a economia um subsistema do meio ambiente, e não uma simples aplicação da economia convencional a questões ambientais (como a “economia de transporte” ou a “economia agrícola”), através de episódios tais como a retirada de David Pearce como um dos principais editores da revista *Ecological Economics* e a demissão de Daly do conselho do Instituto Beijer em Estocolmo que havia se dado o nome de “economia ecológica” enquanto promovia economistas do *mainstream*.

Nos anos 1990, permaneceram no Instituto Beijer de Economia Ecológica, como pesquisador júnior, um dos alunos de A.M. Jansson, o ecologista Carl Folke (“neto” intelectual de H.T. Odum, pode se dizer). No devido momento, a Aliança Resiliência nasceu em Estocolmo com o apoio de C. S. Holling. A noção da resiliência (a capacidade de um sistema suportar ou se recuperar de uma perturbação) veio a dominar na ecologia e na economia ecológica sobre a noção mais simples de capacidade de carga.

A economia ecológica não tem compromisso com um único tipo de valor, expresso num numerário ou numa unidade de conta. "A questão não é se pode ser determinado um valor só num mercado, pois há muito os economistas debatem sobre outros meios de valoração; nossa preocupação é com o pressuposto de que, em qualquer diálogo, todas as valorações ou numerários devem ser redutíveis a um único padrão unidimensional" (Funtowicz e Ravetz, 1994: 198). A economia ecológica abrange a valoração monetária e também avaliações físicas de impactos ambientais na economia humana, medidos em seus próprios numerários físicos. Também dá importância a indicadores sociais.

A natureza fornece recursos para a produção de mercadorias e também fornece amenidades ambientais. Como demonstrado por Gretchen Daily (1997), De Groot (1992) e outros autores, de modo mais importante, a natureza oferece serviços essenciais gratuitos de sustentação da vida, tais como os ciclos hídrico e de nutrientes, a formação do solo, a regulação climática, a conservação e a evolução da biodiversidade, a concentração de minerais, a dispersão ou assimilação de poluentes e diversas formas de energia útil. Têm sido realizados esforços controvertidos para dar valores monetários aos fluxos anuais de serviços ambientais para poder compará-los com o PIB em unidades monetárias de valor (Costanza et al., 1997). Por exemplo, em alguns sistemas naturais, pode-se dar um valor monetário plausível aos ciclos de nutrientes (nitrogênio, fósforo) por comparação com os custos de tecnologias antrópicas alternativas. Seria possível aplicar de forma consistente essa mesma metodologia (i.e., o custo de tecnologia alternativa) à valoração da biodiversidade num quadro de ciência ficção tipo Parque Jurássico? Para a biodiversidade, a valoração monetária tem tomado uma linha totalmente

diferente, como as pequenas somas trocadas em alguns contratos de "bioprospecção", ou valores monetários fictícios e subjetivos nos termos da "disposição a pagar" por projetos de conservação, i.e., o chamado método de Valoração Contingente.

Por exemplo, como contar o serviço que a natureza nos forneceu ao concentrar minerais que dispersamos? (custos de "Exergia" têm sido calculados por ecologistas industriais, mas não existe a tecnologia para criar depósitos minerais). Portanto, são incongruentes os dados obtidos para valores monetários de serviços ambientais fornecidos grátis pela Natureza. São úteis, entretanto, para estimular o debate sobre como "levar a Natureza em conta".

A economia ecológica se baseia nos fundamentos da "comparabilidade fraca de valores" (O'Neill, 1993; Martinez-Alier, Munda e O'Neill, 1998). Um exemplo simples: suponhamos que se deve construir um grande aterro sanitário perto da cidade, tendo três sítios possíveis, A, B e C, um dos quais deverá ser sacrificado. No nosso exemplo, são comparados os três locais por apenas três tipos diferentes de valores: valor do habitat, valor da paisagem e valor econômico (monetário). O sítio A é uma área alagada de propriedade pública de alto valor (em termos dos seus habitats ou ecossistemas pela sua riqueza de espécies), mas uma paisagem monótona, muito visitada por observadores de aves (e, como tal, de algum valor de acordo com o "método de custo de viagem"). O sítio B é uma área agrícola velha de lindos pomares degradados e mansões antigas, classificado em primeiro lugar em termos de paisagem, mas apenas em terceiro quanto à geração de renda, e em segundo quanto ao ecossistema ou habitat. O sítio C produz muita renda como área industrial e urbana, ficando em primeiro lugar em termos de valor econômico, mas somente em terceiro como ecossistema ou habitat, e em segundo como paisagem (por causa das suas qualidades históricas). Qual deve ser o local sacrificado? Deve-se e pode-se reduzir todos os valores a um super valor para alcançar uma forte comparabilidade e uma comensurabilidade ainda mais forte (medida cardinal)? Nesse exemplo, foram levados em conta os valores econômicos (em mercados fictícios ou reais) dos três sítios, mas não existe um supervalor (econômico ou qualquer outro, tal como a produção líquida de energia, pela qual seria possível que a área úmida ficasse em primeiro). Certamente, a ordem obtida poderia ser reconsiderada. Assim, poderíamos sair desse impasse ao atribuir maior valor da paisagem ao A, poderia se aumentar seu valor econômico com valoração contingente (como também o do B), dando a alguns critérios maior peso que outros, ou "níveis de veto" para alguns critérios, tais como a cláusula de "espécies ameaçadas" na legislação americana, ou a introdução de mais locais ou mais critérios. O ponto que isso quer mostrar é o significado da "comparabilidade fraca de valores". O processo decisório não precisa ser irracional (por loteria, por exemplo).

Em contraste com tal abordagem multi-critério, a CBA avalia todos os projetos usando o mesmo numerário (valor presente dos custos e benefícios em termos monetários, incluindo as externalidades e as amenidades ambientais monetizadas).

Na microeconomia, há uma comparabilidade forte de valores, e, sem dúvida, comensurabilidade, quando se internalizam as externalidades no sistema de preços, como na definição do imposto pigouviano como um valor econômico da externalidade no nível de poluição ótimo. Na macroeconomia, a proposta precoce e influente de El Serafy de "esverdear" o PIB (em Costanza, 1991) – dos resultados da qual dependerá a taxa de juros escolhida – implicava comensurabilidade em termos monetários. Segundo El Serafy, nem todas as receitas da venda de recursos não renováveis ("capital natural") devem ser incluídas no PIB, mas somente uma parte, a renda "verdadeira"; o restante deve ser contado como "descapitalização" ou "custo do usuário" do "capital natural", e deve ser investido a juros compostos no período em que se exaurirem os recursos (como no Fundo de Petróleo Norueguês), a fim de permitir ao país viver no mesmo padrão de vida mesmo quando os recursos se acabar. É um mistério como tal tipo de fundo pode continuar a gerar renda quando se acabar o petróleo do mundo. A proposta, relacionada à regra de Hotelling na microeconomia de recursos, objetiva corrigir as contas macroeconômicas. Está baseada somente na noção de sustentabilidade "fraca" que permite a substituição equivalente de capital natural pelo capital financeiro ou manufaturado – o que implica, portanto, que haja uma unidade de medida comum (i.e., valor monetário) – enquanto sustentabilidade "forte" se refere à manutenção de recursos naturais físicos e dos serviços que fornecem.

A chamada "Curva Ambiental de Kuznets", uma curva em U invertido, relaciona a renda com alguns impactos ambientais. Tem sido muito debatida na economia ecológica. Por exemplo, em situações

urbanas, à medida que cresce a renda, de início as emissões de dióxido de enxofre aumentam e depois diminuem, enquanto emissões de dióxido de carbono e resíduos domésticos aumentam com a renda. Se algo melhora e algo piora, uma reação do economista convencional pode ser de pôr pesos ou preços nesses efeitos, na busca da comensurabilidade. Entretanto, a incerteza e a complexidade dessas situações (dióxido de enxofre pode neutralizar o efeito estufa na temperatura), e o fato de que os preços das externalidades possam depender do resultado dos conflitos de distribuição ecológicos indica que as contas dos economistas podem somente convencer os crentes da mesma escola.

Quando se demonstra que a forma de uso dos recursos e serviços ambientais e a carga da poluição dependem das estruturas sociais e da distribuição de poder e renda cambiantes, entramos no campo da ecologia política que estuda os conflitos de distribuição ecológicos. O crescimento econômico leva ao aumento de impactos ambientais e de conflitos (com frequência fora da esfera dos mercados). Daí, o crescimento do movimento global pela justiça ambiental (Guha e Martinez-Alier, 1997; Martinez-Alier, 2002). São abundantes os exemplos do fracasso do sistema de preços para indicar tais impactos ambientais, ou (nos termos de K. W. Kapp) exemplos abundam de êxitos de transferência de custos. Assim, os preços na economia seriam diferentes sem o livre acesso a sumidouros de carbono. Devem ser impostas restrições à “pegada ecológica” dos países ricos ou no HANPP (veja abaixo)? Foi modelado o uso livre dos sumidouros por Perrings (1987) e O'Connor (1993) numa abordagem neoricardiana ou sraffiana ao mostrar como os preços da economia podem ser diferentes ao se pressupor diferentes resultados dos conflitos de distribuição ecológicos.

Relacionados à valoração econômica, são necessários ainda alguns comentários sobre a taxa de desconto. Os economistas explicam o desconto do futuro por uma “preferência de tempo” subjetiva, ou porque o crescimento econômico per capita causado por investimentos atuais fará menor a utilidade marginal de consumo para nossos descendentes da que é para nós hoje. Descontamos o futuro porque supomos que o futuro será mais próspero; portanto, destruímos mais recursos não renováveis hoje e poluímos mais que em outras condições, comprometendo a prosperidade futura. Isso tem sido chamado do “paradoxo do otimista”.

Mesmo aceitando o argumento (de Ramsey) de que o desconto se origina da produtividade do capital, mas também levando em conta que tal “produtividade” é uma mistura de incrementos verdadeiros na produção e na destruição ambiental, então o fator de desconto deveria ser a taxa de crescimento per capita sustentável da economia, subtraindo pois a destruição de recursos e serviços ambientais e os efeitos negativos da poluição. Portanto, a fim de determinar o valor econômico presente dos efeitos futuros causados pelo crescimento econômico (perda da biodiversidade, enchimento dos sumidouros de carbono, produção de detritos radioativos...), precisamos não só lhes atribuir valores monetários (como citados acima), também precisamos de uma taxa de desconto. Qual?

O debate atual sobre valoração num contexto inter-geracional remete ao “debate socialista de cálculo” iniciado por Otto Neurath e Ludwig von Mises em Viena no início dos anos 1920. Otto Neurath (1882-1945) favorecia a *Naturalrechnung*, a contabilidade em termos físicos, enquanto Von Mises escrevia que sem preços não poderia haver uma economia racional. Max Weber concordou com Von Mises. Otto Neurath, não, ao perguntar como podemos decidir se hoje usamos mais carvão e menos trabalho, ou se deixamos o carvão para o futuro, usando mais mão-de-obra.

Nos termos de hoje, deveríamos usar mais combustíveis fósseis agora, desfrutar do crescimento econômico e produzir mais gases de efeito estufa, confiar na mudança tecnológica, e investir nas tecnologias e geoengenharia renováveis novas, ou se deveríamos nos dedicar à economia do estado estacionário após um período de leve decréscimo nas economias ricas? Coletivamente, essas são questões técnico-éticas, não são decisões que preços de mercado, reais ou fictícios, possam resolver. Não podemos entrar em negociações de mercado com humanos da geração futura (ou com outras espécies); o individualismo metodológico da teoria econômica ortodoxa se desfaz aqui. Mas não há dúvida de que, ao invés de nos engajar em tais argumentos, Hayek (1952), na *The Counter-Revolution of Science*, perseguindo sua discordância de 30 anos com Neurath, amontoou-o com outros autores (Soddy, Geddes, Mumford) que apoiaram a contabilidade física na categoria de “engenheiros sociais”, pretensos ditadores.

## 8. Direitos de Propriedade e Gestão de Recursos

Muitos anos depois, um artigo de Vatn e Bromley (1994) com o título de “Escolhas sem preços sem desculpas” (*Choices without prices without apologies*) explicou por que a valoração monetária é somente uma opção. Escolher depende das preferências moldadas pela sociedade que dependem de instituições, isso é, as regras e normas sociais. Nos dizeres famosos de Veblen, o consumo individual dos ricos é conduzido pela regra social de se exibir. Bromley e Vatn são economistas institucionalistas, na tradição de Veblen e Kapp (enquanto o próprio Kapp foi influenciado pela economia de Otto Neurath). Eles enxergam o comportamento econômico como determinado não por preferências individuais inescrutáveis, mas influenciado e explicado por regras e normas sociais. Instituições articulam uma diversidade de valores (Vatn, 2005).

Nesse contexto, o enfoque de Coase da internalização de externalidades negativas ou serviços ambientais positivos no sistema de preços depende de transações mercantis entre parceiros. Portanto, se um agente (uma comunidade camponesa, uma fábrica) polui a água de um rio, os agentes prejudicados a jusante podem se reunir ou para pedir uma indenização equivalente ao prejuízo que sofreram ou subornar os poluidores para pararem de poluir, dependendo dos direitos de propriedade sobre o rio. Isso pode funcionar sem a necessidade da intervenção do governo. Entretanto, conseguir reunir o povo a jusante para iniciar um caso jurídico implica em “custos de transação” (custas de advogados, tempo para reuniões) que tornam proibitivo o funcionamento de uma solução simples de mercado, como o próprio Coase enfatizou. E mais, quando os que estão sendo poluídos são gerações futuras e outras espécies, não funciona a solução de mercado. Regulação (normas físicas e multas) ou impostos pigouvianos são preferíveis.

---

Com respeito ao estudo empírico de um instrumento de política muito popular tal como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), uma contribuição principal de economia ecológica tem sido criticar o enfoque simples de mercado de Coase, introduzindo as complexidades relacionadas à incerteza, questões distributivas, enraizamento social e relações de poder, ao reconhecer a variedade de contextos e ambientes institucionais nos quais operam os PSA (Muradian et al, 2010).

A perspectiva institucionalista (onde atos econômicos são explicados por regras sociais mais que por preferências Individuais inescrutáveis) é muito relevante para o estudo da relação entre direitos ou regimes de propriedade e gestão de recursos naturais. Voltamos aqui ao artigo muito citado de Garrett Hardin (1968), chamado A Tragédia dos Comuns (*The Tragedy of the Commons*) que deveria ter sido intitulada “a tragédia do acesso aberto”. Hardin participou da conferência inaugural da ISEE em Washington, DC e teve um capítulo no livro seminal editado por Costanza (1991). Um parágrafo do artigo de Hardin se inicia assim: “Visualize um pasto aberto a todos...”, e descreve como a tragédia de sobrepastoreio ocorrerá devido a indivíduos que poriam mais e mais ovelhas e vacas a pastar desde que o benefício marginal (alguns litros de leite, algumas libras de lã, alguns sacos cheios de esterco) seria maior, por indivíduo, que o custo marginal privado, sem considerar os custos marginais coletivos em termos da degradação do solo.

Agora, à crítica liberal antiga da propriedade “comum” (Arthur Young havia escrito que “a mágica da propriedade privada (e suas áreas cercadas) converteria areia em ouro”) foi agregada a crítica ambiental de moda, a Tragédia dos Comuns. Entretanto, não estava Hardin a par das regras que no passado (trazidas da Inglaterra para a Nova Inglaterra) se supunha regulavam o número de cavalos ou vacas que um cidadão poderia pôr a pastar nos Comuns de Boston? Ou em qualquer outro comum nas Américas, seja um *ejido* mexicano ou um pasto comum no New Mexico? Por que não foi identificada a confusão entre “comuns” e “acesso aberto” pelos revisores do artigo de Hardin em *Science*? Havia muitos sistemas comunais bem regulados de gestão florestal, pesca litorânea, ou irrigação, como logo retorquiram Bromley e outros e como Elinor Ostrom iria estudar em detalhe (Ostrom, 1990).

O artigo de Hardin de 1968 se equivocou ao chamar acesso aberto de comuns. O artigo pregava a privatização (ou propriedade estatal) contra os mal denominados “comuns”. Levou algum tempo até que se clarificou a confusão, provocando muita pesquisa sobre o funcionamento dos regimes de propriedade comum, como também sobre as relações entre as formas de propriedade e gestão de recursos. Certamente, existem recursos de acesso aberto, como, por exemplo, alguma pesca no mar aberto. Também se tratou a atmosfera como sendo de acesso aberto para jogar substâncias poluentes, a exemplo do CFC que danifica a camada de ozônio, até que um tratado internacional banuiu essa prática.

A atmosfera continua sendo um campo para poluir como acesso aberto relativo aos gases de efeito estufa. Abundam outros exemplos. Mas, além do acesso aberto (a ser evitado) havia outras formas de propriedade:

- Os comuns verdadeiros
- A propriedade privada
- Propriedade estatal ou municipal.

Alguns acadêmicos pesquisaram sobre a tendência de se converter recursos naturais mantidos em comum, sujeitos a regras de gestão tradicional (como manguezais costeiros e pesca na Índia ou na América Latina) em propriedade privada de fato, como no exemplo de criar camarão ou peixe para exportação. Isso foi descrito não só como uma “tragédia de cercamento” social, mas também ambiental.

A propriedade privada, comparada com o acesso aberto, é, em princípio, mais propícia à conservação porque os custos das ações do presente seriam sentidos pelo proprietário ou seus parentes imediatos. Isso havia sido discutido na economia dos recursos desde, pelo menos, a regra de Faustmann (1849). O proprietário privado de uma floresta (ou melhor, uma plantação florestal) decidirá não pelo corte das árvores assim que possível, mas quando a taxa de crescimento das árvores (deduzidos os custos de corte e considerado o preço de mercado da madeira) se torna inferior à taxa de juros cobrada pelo banco, mais o aluguel obtido da terra esvaziada das árvores (com uso potencial para cultivos ou pastos, enquanto um novo conjunto florestal volta a crescer). Note-se que uma taxa alta de juros (ou de desconto) resultará na antecipação do corte, enquanto o pagamento por produtos ou serviços ecossistêmicos (como direitos de caça, de coleta de cogumelos, recreação sob as árvores, captura de carbono) retardaria o período de rotação ou até poderia persuadir o proprietário a deixar o corte de lado e eventualmente retornar a plantação a uma floresta de verdade.

No caso não de árvores numa plantação, mas de extração de minérios ou combustíveis fósseis, a propriedade privada ligada à motivação do lucro certamente não propicia a conservação, nem a evitar impactos ambientais negativos após a exaustão do recurso tal como os efluentes ácidos das minas. Um oligopólio como a OPEF reduz a extração de petróleo por objetivos econômicos e não ambientais. Instituições novas, ou seja, regras que articulem valores novos (como, por exemplo, legislação civil ou criminal para passivos socioambientais) talvez modifiquem o comportamento das indústrias extrativas.

## **9. Metabolismo Social e Índices de (in)sustentabilidade**

Por causa das limitações da valoração monetária, economistas ecológicos preferem indicadores físicos no sentido de aferir o impacto total da economia humana no meio ambiente. Portanto, deixamos de lado as correções monetárias ao PIB, tal como El Serafy (ver acima), ou Hueting (em Costanza, 1991), que calcularam os custos econômicos para ajustar a economia a normas ou padrões socialmente negociados de poluição e extração de recursos, em um enfoque de "custo-efetividade" (onde "custo-efetividade" significa a análise da maneira mais barata, em termos monetários, para ajustar a economia a normas ou padrões físicos). Também, deixamos de lado o ISEW (ver acima) cujo resultado final é um dado, em termos monetários, comparável ao PIB, mas que com frequência indicaria uma tendência bastante diferente.

Segundo Georgescu-Roegen (1971), a economia (ciência) deve visualizar a economia (sistema econômico) como um sistema aberto (e não como um sistema auto-sustentável, um “carrossel” entre consumidores e produtores como nos livros-texto). A ciência da economia deveria estudar os “fluxos metabólicos” na atividade-econômica. Isso está ligado hoje a duas escolas de pesquisa. A primeira está centrada nos colaboradores da Marina Fischer-Kowalski no Instituto de Ecologia Social em Viena, partindo do trabalho de Robert Ayres, R. P. Sieferle e outros autores. Esse grupo tem desenvolvido métodos para o estudo do metabolismo social, enumerados a seguir.

A segunda escola seria a economia ecológica marxista, com muito menos influência. Reivindica, com razão, que Marx já havia escrito nos anos 1860 que a economia capitalista estava causando uma “falha metabólica” (Foster, 1999) entre a humanidade e a natureza. Marx tomou o termo metabolismo (*Stoffwechsel*) de Moleschott e Liebig, indicando a exportação de nutrientes no solo pela agricultura comercial. O capitalismo não só explorava os trabalhadores, também explorava o solo. O solo não era

mais um “fundo” capaz de fornecer os cultivos para sempre; tornou-se um estoque exaurível em termos da sua fertilidade e textura. Marx citou Liebig que temia o dia quando se reduzisse a importação de guano. Marx, como Liebig, esperava que fertilizantes químicos fabricados (num tipo de enfoque de “sustentabilidade fraca”) permitissem escapar da armadilha malthusiana de “redução dos rendimentos”. Apesar desses fios intelectuais, uma economia ecológica ou história ambiental marxista não existiu até o final do século XX, com Altvater (2007), Bellamy Foster, Hornborg (na sua teoria de comércio ecologicamente desigual, Hornborg, 1998), e a “segunda contradição” de O’Connor (O’Connor, 1988).

Retornando à primeira escola, segue um resumo dos métodos atuais para o estudo do metabolismo social que buscam identificar as tendências na economia do uso de materiais e energia. Eles permitem respostas concretas a questões tais como, “está a economia se desmaterializando em termos absolutos, ou apenas com relação ao crescimento do PIB”, “a apropriação humana de biomassa têm crescido na mesma velocidade da população nos últimos cem anos”, “está aumentando o custo energético para a obtenção da energia”?

- Cálculos de Fluxos Materiais (em toneladas), com frequência, subdivididos em Biomassa, Materiais de Construção, Minérios e Combustíveis Fósseis, em níveis nacionais ou regionais. Assim, pode-se testar a hipótese de “desmaterialização” da produção ou consumo e calcular o equilíbrio do intercâmbio físico em apoio a argumentos sobre o comércio ecologicamente desigual (Perez Rincon, 2006; Weisz et al., 2006; Russi et al., 2008).

- Cálculos de Fluxos Energéticos em níveis nacionais ou regionais, incluindo as relações historicamente mutantes entre uso energético exossomático e endossomático (Giampietro et al. 2013), cálculos de EROI (REIE - retorno energético do insumo energético, Hall et al., 1986). Os cálculos do REIE indicam se existe uma tendência para aumento do custo energético para a obtenção de energia. Alguns antropólogos analisam a economia básica da sociedade humana como um fluxo de energia (e.g. Roy Rappaport, *Pigs for the Ancestors*, isto é Porcos para os Ancestrais, 1968). Engels, em 1882, discutiu esse tema com Marx, negando, tristemente negando a relevância da energética agrícola de Podolinsky para a economia marxista. Em 1909, Max Weber havia criticado a interpretação de Wilhelm Ostwald da história econômica em termos a) do aumento do uso da energia e b) do aumento na eficiência no uso da energia, pois como as decisões econômicas sobre novos processos industriais ou produtos se baseavam em preços, os empresários não davam atenção às contas energéticas em si. Max Weber ainda não questionava os preços de energia do ponto de vista ambiental como hoje faríamos. Nos anos 1970, David Pimentel (Pimentel et al., 1973) mostrou a redução na eficiência energética no cultivo do milho nos Estados Unidos. Esse tipo de estudos sobre a eficiência no uso da energia abriu um novo campo, aplicado a diferentes setores econômicos, incluindo o próprio setor energético.

- Cálculos da “água virtual” na importação ou exportação (e.g., trigo, soja, carne, etanol, celulose) em níveis regionais ou internacionais, i.e. a água “dissipada” no cultivo agrícola, em pastagens e em silvicultura. Nos anos 1990, Tony Allan argumentou que os conflitos hídricos no Oriente Médio foram mitigados pela importação de alimentos. Hoekstra e Chapagain (2007) calcularam as pegadas hídricas nacionais, e há pesquisa nas transferências hídricas não pagas incorporadas ao comércio de *commodities*.

- Cálculos de HANPP (AHPPL, em português, ou seja, a Apropriação Humana da Produção Primária Líquida) (incluindo a “HANPP incorporada”, relevante para estatísticas do comércio) (Vitousek et al., 1986; Kraussman et al., 2013). A ideia motriz é de que quanto maior a quantidade de produção potencial de biomassa apropriada pela humanidade num território dado, tanto menor será a quantidade de biomassa disponível para outras espécies (não domésticas), e, portanto, maior será a probabilidade de perda de biodiversidade. A proporção da produção primária líquida (PPL ou NPP) de apropriação humana aumenta porque cresce a demanda por terra para urbanização e infraestrutura, pelo cultivo de alimentos animais e agrocombustíveis, como também para a produção madeireira.

Todos os índices acima mencionados são medidos em unidades diferentes e poderiam indicar tendências diferentes, apesar de que também existem algumas regras de congruência entre eles. Não existem casos de crescimento rápido do PIB com decréscimo persistente de Fluxos Materiais (em particular quando se levam em conta os efeitos sobre o comércio), mas poderia acontecer que o aumento de insumos de combustíveis fósseis na agricultura eleve as produtividades e reduza o

incremento da HANPP. Como se pode avaliar uma situação na qual, por exemplo, um índice como o de Fluxos Materiais (FM) melhorasse um pouco enquanto se deteriorasse a HANPP, diminuísse o EROI, crescesse o PIB, caísse a mortalidade infantil e permanecesse estável a satisfação auto-reportada da vida? Note-se que o IDH (índice de desenvolvimento humano) publicado regularmente pelo PNUD soma indicadores econômicos e sociais em um só número, mas não inclui nada de impactos ambientais. Comensurabilidade implicaria na redução de tais valores a um super-valor abarçante, mas isso não é necessário para se obter apreciações razoavelmente integradas mediante a avaliação macroeconômica multi-critério (Shmelev, 2012).

Existe um índice físico composto de (in)sustentabilidade que nasceu dentro da economia ecológica com grande êxito na opinião pública: a Pegada Ecológica, apresentada pela primeira vez por Bill Rees (um ecólogo convertido em urbanista) em torno de 1991. Qual é o peso ambiental de uma economia, em termos de espaço? H.T. Odum havia colocado a questão, e autores posteriores elaboraram algumas respostas. Em vez de perguntar qual é a população máxima que uma dada região ou país pode manter de forma sustentável, a questão se torna: qual é o tamanho da área de terra produtiva necessária (como fonte e sumidouro) para sustentar uma dada população indefinidamente, no seu atual padrão de vida e com as tecnologias atuais? A Pegada Ecológica é o inverso da capacidade de carga (veja a seguir). Cálculos, não apenas para cidades ou regiões metropolitanas (cujas “pegadas ecológicas” são centenas de vezes maiores que seus próprios territórios), mas também para países, demonstram que alguns dos países europeus densamente povoados ou Japão ou Coreia (supondo eco-pegadas de 2 ou 3 ha/per capita) ocupam eco-espacos dez vezes maiores que seus próprios territórios (Wackernagel e Rees, 1995). A Pegada Ecológica é criticada, com razão, por que soma o uso atual da terra (digamos, um hectare por pessoa para alimentos, ração e madeira) e o uso da terra nocional ou “virtual” (digamos, outro hectare) para a absorção pela fotossíntese do dióxido de carbono produzido pela queima de combustíveis fósseis. Os resultados são expressos às vezes em termos de quantos planetas, reais e virtuais, a humanidade está usando – já estamos usando um e meio. Mas isso depende de quanto da terra sobra para as outras espécies. Se a HANPP fosse reduzida à metade para essa finalidade, seria ainda mais alarmante a Pegada Ecológica da humanidade em termos das necessidades planetárias adicionais. Apesar dessas e outras críticas, a Pegada Ecológica tem desfrutado um grande êxito, talvez pela fácil compreensão da representação espacial do impacto ambiental.

## 10. Sobre população

Economistas ecológicos dão ênfase tanto à pressão demográfica como à pressão da produção (consumo) sobre os recursos. Qual o tamanho da pegada ecológica humana? Tem a humanidade excedido sua “capacidade de carga”? Na ecologia, isso é definido como a população máxima que uma dada espécie, tal como os sapos num lago, pode ser sustentada de forma durável num dado território sem deteriorar sua base de recursos. Entretanto, diferenças grandes, internas à espécie humana quanto ao uso exossomático de energia e materiais, significam que a primeira questão é qual o nível de consumo para definir a população máxima? Em segundo lugar, as tecnologias humanas mudam a grande velocidade. A tese de Boserup (1965) sobre a mudança técnica endógena já tentava reverter o argumento malthusiano segundo o qual os sistemas agrícolas pré-industriais haviam se intensificado em resposta a aumentos na densidade demográfica. Em terceiro lugar, os territórios ocupados pela humanidade não são “dados”. Outras espécies são empurradas para os cantos e para o obívio (como sugere o índice HANPP), e, interno à espécie humana, a territorialidade é construída de maneira política através das fronteiras dos Estados. Quarto, o comércio internacional (similar ao transporte horizontal na ecologia, mas que os humanos podem regular de forma consciente) pode sugerir “trocas ecológicamente desiguais”; mas se falta em um território um item muito necessário, presente de forma abundante em outro território, a lei do mínimo de Liebig recomendaria a troca. Assim, a capacidade de carga conjunta seria maior que a soma das capacidades de carga de todos os territórios autárquicos.

Devido às limitações da “capacidade de carga” como índice de (in)sustentabilidade humana, e por causa dos argumentos de Barry Commoner contra a fixação em crescimento demográfico de Paul Ehrlich (Ehrlich, 1968), alegando esquecer que a ameaça principal era o sobreconsumo, o próprio Ehrlich propôs a fórmula  $I=P.A.T$ , onde:  $I$  é o impacto ambiental;  $P$ , a população;  $A$ , a aflluência *per capita*; e  $T$  significa os efeitos ambientais da tecnologia. Estão sendo feitos esforços para operacionalizar  $I=P.A.T$ . Se é verdade que a população permanece uma variável importante, também é verdade que as transições demográficas não são respostas meramente automáticas à urbanização e à educação, e sua ocorrência no tempo não depende somente de padrões de herança e estruturas

familiares. A demografia humana é antecipatória e autoconsciente. Embora ela também se oriente pela curva de Verhulst, difere da ecologia da população de sapos em um lago.

Têm existido três variantes diferentes de malthusianismo. Primeiro, é a própria visão de Malthus, em 1798, de que as populações humanas cresceriam de forma exponencial a menos que impedidas por guerra ou peste, ou pela limitação improvável da castidade e casamentos tardios. Os alimentos cresceriam menos que proporcionalmente ao crescimento do insumo de trabalho, por motivo dos rendimentos decrescentes. Donde, crises de subsistência.

Vem depois o neo-malthusianismo de 1900, com ativistas radicais tais como Emma Goldman e Paul Robin (Ronsin, 1980). Populações humanas poderiam regular seu próprio crescimento por meio da contracepção. Para isso, a liberdade feminina era necessária, além de desejável por ela própria. Esse foi um neo-malthusianismo feminista, insistindo naquilo que hoje se chama “direitos reprodutivos”. Não devem ser criminalizados o aborto e as vasectomias. Era necessária a “procriação consciente” para evitar salários baixos e pressão sobre os recursos naturais, mas a causa principal da pobreza era a desigualdade social. Isso foi um movimento de baixo para cima, bem sucedido somente em algumas partes do mundo, especialmente na Europa e América contra Estados (que queriam mais soldados) e contra a Igreja Católica.

Finalmente, existiu o neo-malthusianismo de cima para baixo após 1970, chegando a extremos tais como a “ética do barco salva-vidas” de Hardin (Hardin, 1974) contra a liberdade da migração, com tons racistas. Essa doutrina e prática de cima para baixo é patrocinada por organizações internacionais e alguns governos. Enxerga o crescimento demográfico como uma causa principal da pobreza e da degradação ambiental. Neste sentido, os estados devem introduzir métodos contraceptivos, mesmo até às vezes sem o consentimento prévio das populações (especialmente das mulheres).

Os economistas ecológicos têm se dividido entre neo-malthusianos de cima para baixo e de baixo para cima, sem um diálogo entre eles, muito embora todos recusem as doutrinas dos anti-malthusianos, que supõem que o crescimento demográfico humano não seja uma ameaça ao ambiente natural e que conduza a um crescimento econômico desejável. Os economistas ecológicos acreditam que o crescimento da população mundial (quatro vezes no século 20) é sem dúvida uma questão muito central. Agora parece que seja possível que a população possa se estabilizar a até decrescer lentamente após 2050, em menos de 9 bilhões de pessoas, o que é bem-vindo. A fertilidade está diminuindo em muitas regiões e países. A transição demográfica está se completando. Isso é uma boa coisa, mesmo que a despopulação (não só rural, mas também urbana) possa criar novos problemas sociais e ambientais.

## **11. Sociedade Civil e Economia Ecológica**

Não há dúvida sobre a influência atual das principais escolas de economia nos governos e na opinião pública (com exceção talvez do marxismo, mas certamente incluindo o keynesianismo, economia schumpeteriana, fundamentalismo neoliberal ou de mercado...). Mas pode-se duvidar ainda se a economia ecológica está tendo alguma influência. Quem e onde estão os “consumidores” não-acadêmicos da economia ecológica?

Até aqui, a visão abrangente de Georgescu-Roegen e seus seguidores tem tido pouco influência. Nenhum político cita no debate público a lei de entropia e sua relevância no processo econômico, enquanto muitos discutem as grandes ou pequenas altas e baixas do PIB, e as avaliações (ratings) do risco da dívida pública. O calote do município de Detroit em 2013 parece mais relevante tanto para líderes de opinião pública de linha neoliberal como keynesiana nos países ricos do que a dívida ecológica mundial. Certamente, no entanto, as críticas da contabilidade da renda nacional por economistas ecológicos e eco-feministas têm influenciado os movimentos esporádicos e relativamente infrutíferos de governos e órgãos internacionais para se ir “além do PIB”. É óbvio que muitas das atividades de cuidado nas famílias e na sociedade e muitos serviços da natureza permanecem fora do mercado (Waring, 1988) e, portanto, não são contabilizados mesmo que sejam essenciais para a reprodução social e o bem-estar humano. Esse ponto é comumente aceito. Mais ainda, um grupo da sociedade civil nos Estados Unidos (CASSE) está promovendo a economia de estado-estacionário. Seu lema é: “O crescimento, especialmente nas nações ricas, já está causando mais problemas do que resolve”. Possui mais de dez mil membros.

Enquanto isso, a valoração econômica e o pagamento por serviços ecossistêmicos tornaram-se uma “indústria” em crescimento nos Ministérios de Meio Ambiente e Florestas, em todo o mundo. Também, tendências para a descarbonização da economia e da sua intensidade material são mencionadas nos debates políticos em alguns países. Mas há um enorme golfo entre as críticas da economia ecológica e as práticas atuais dos governos e das empresas. Tal como os governos, os círculos empresariais são consumidores ávidos de doutrinas econômicas, porém, ignoram a economia ecológica. No máximo, os debates que tratam dos passivos ambientais das empresas privadas ou públicas, também conhecidos como “custos sociais da empresa privada” (Kapp, 1950), deram origem a uma discussão sem objetivo de como levar em conta os danos ambientais nas contas reais além dos exercícios corporativos de “lavagem verde” da responsabilidade social (Sukhdev, 2012). Ademais, estão sendo fechados os caminhos legais para se reivindicar o ressarcimento de passivos das companhias (tal como pela legislação ATCA nos Estados Unidos).

Alguns conceitos da economia ecológica, como o comércio ecologicamente desigual, têm sido assumidos por grupos ambientalistas do Sul, especialmente por grupos “pós-extrativistas” na América Latina. Por exemplo, cresce na política argentina a questão do metabolismo da produção da soja (a perda de nutrientes do solo e da água “virtual”) e os danos da aplicação de glifosato em cultivos de OGM da Monsanto (Pengue, 2005).

A Via Campesina é uma rede internacional de organizações de camponeses e trabalhadores sem terra. A partir de estudos da energética de sistemas modernos de alimentos, ela argumenta que a agricultura camponesa tradicional esfria a Terra. Em contrapartida, conceitos como o da dívida ecológica ou da dívida de carbono têm avançado dos círculos ativistas aos discursos ministeriais ou mesmo de chefes de Estado de alguns países do Sul, e daí para revistas acadêmicas (Srinivasan et al., 2008). De forma similar, conceitos como o do Decrescimento obtêm apoio de movimentos sociais (os movimentos de *Décroissance* e *Decrescista* na França e Itália), facilmente relacionando-o à macroeconomia ecológica acadêmica sem crescimento de Jackson e Victor. A Sociedade Europeia de Economia Ecológica (um ramo muito ativo da ISEE, sigla em inglês da Sociedade Internacional de Economia Ecológica) apoia as conferências ativistas e acadêmicas sobre Decrescimento (não sem debates internos), uma posição muito improvável a ser tomada, por bons motivos, pela Sociedade Indiana de Economia Ecológica. Healy et al (2012) têm pesquisado a recepção e contribuições à econômica ecológica por organizações da sociedade civil.

Por exemplo, quanto a uma questão nova como a da geoengenharia (combate à mudança climática por meio da fertilização do oceano com ferro ou pulverização com aerossóis de sulfato...), mesmo que a ISEE não tome uma posição política, o bem conhecido economista ecológico australiano Clive Hamilton (2013) já proporcionou algo como a linha partidária do economista ecológico (que é similar àquela antecipada por Pat Mooney, da organização da sociedade civil ETC), que indica que a geoengenharia é cheia de novos perigos, que se deve aplicar aqui o princípio da precaução e se deve abrir o debate com um enfoque de “ciência pós-normal” (Funtowicz e Ravetz, 1994) Ainda, que é preferível a mitigação da mudança climática na forma da redução de emissões do que tais experimentos duvidosos com consequências imprevisíveis. Os próprios economistas ecológicos divergirão entre si, porém, tanto na estimação dos custos da mitigação da mudança climática como até quanto às unidades de conta corretas para a medição de tais custos.

## **12. A Sociedade de Economia Ecológica**

Será que a ISEE (nascida no final dos anos 1980) poderá ser vista no futuro como remotamente similar na sua influência (apesar de muito diferente nas suas intenções) a outras sociedades, como a Mount Pelerin Society, fundada por Hayek em 1947 para defender a economia de mercado, e a “sociedade aberta” de Karl Popper, contra doutrinas marxistas e o planejamento keynesiano social democrata? A ISEE deveria ter um objetivo político? Será que o pluralismo na economia ecológica está abalando tal possibilidade ou, melhor, é o radicalismo da economia ecológica que evita ou retarda sua aceitação social? Não deveríamos ceder um pouco e aceitar a “sustentabilidade fraca” e as promessas de modernização ecológica, ou deveríamos denunciar o “crescimento verde” do PNUMA de 2013 como um oxímoro, ainda mais descarado que o desenvolvimento sustentável de Brundtland de 1987? Na verdade, deveríamos, nós (os economistas ecológicos), adotar de qualquer modo uma posição coletiva?

A ISEE tem cumprido sua promessa de promover um campo transdisciplinar na intersecção entre a ecologia e a economia. Tanto economistas quanto ecólogos, vindos de diferentes escolas, têm estado

ativos nesse campo. Este artigo procurou explicar de forma breve as origens da economia ecológica desde o final do século 19. Portanto, não é verdade que “a economia ecológica seja simplesmente aquilo que os economistas ecológicos fazem”. Eles fazem muitas coisas diferentes como parte de uma tradição que não é claramente delimitada pois se encontra numa interface de campos relacionados.

Enquanto o periódico *Ecological Economics* e as conferências bienais constituem o foco das atividades da ISEE, há sociedades regionais ativas nos Estados Unidos, na Europa, na Índia, América Latina e Rússia. A Sociedade Européia de Economia Ecológica também edita outra revista, *Environmental Policy and Governance*. Os economistas ecológicos latino-americanos publicam a revista *Revibec*. Membros renomados da ISEE editaram revistas relacionadas: Charles Perrings, *Environment and Development*; Clive Spash, *Environmental Values*; Robert Costanza, *Solutions*; Jeroen van den Bergh, *Environmental Innovation and Societal Transitions*. A Sociedade Indiana (INSEE) publica com regularidade os anais de conferências bem frequentadas. Sua anterior presidente, Kanchan Chopra, emprestou seu nome a um comitê famoso estabelecido em 2002 pela Corte Suprema, especificando a metodologia para o cálculo do Valor Presente Líquido de produtos e serviços florestais sem mercados, sacrificados por projetos hidroelétricos e de mineração.

Em meio a toda essa variedade, existe um fio comum. Uma amostra dos graus universitários iniciais e principais interesses científicos dos economistas ecológicos (mais velhos) pode ser construída listando-se os nomes dos presidentes da ISEE desde 1989, como segue:

- Robert Costanza, ecologia de sistemas, arquitetura, energia na economia, serviços ecossistêmicos;
- R.B. Norgaard, economista, estudos do pós-desenvolvimento, co-evolução, conservação;
- John Proops, físico, energia na economia, teoria do capital, modelagem ecológico-econômica;
- Charles Perrings, economista, estudos do desenvolvimento, economia da biodiversidade;
- Joan Martinez-Alier, economista, energia na sociedade, história ambiental, ecologia política;
- Peter May, economista ambiental e de recursos, desenvolvimento, desmatamento da Amazônia;
- John Gowdy, economista, antropologia econômica, economia do consumo;
- Bina Agarwal, economista, economia feminista e do desenvolvimento, propriedade comum, Índia;
- Marina Fischer-Kowalski, socióloga, ecologia industrial, metabolismo social, sociedades em transição.

Isso pode ser complementado por uma relação dos recipientes do Prêmio Boulding da ISEE: Herman Daly (economista), Robert Goodland (biólogo), A. M. Jansson (ecóloga), Robert Costanza (ecólogo), C. S. Holling (ecólogo), Robert U. Ayres (físico, ecólogo industrial), Partha Dasgupta (economista), K. G. Mäler (economista), R. B. Norgaard (economista), Charles Perrings (economista), Manfred Max-Neef (economista), Ignacy Sachs (economista), Joan Martinez-Alier (economista), Bill Rees (ecólogo) e Mathis Wackernagel (ecólogo), dividido aproximadamente em metade ecólogos (biólogos, físicos) e metade economistas, segundo sua qualificação original. Seus nomes com frequência aparecem no presente artigo.

A economia ecológica é, portanto, um novo campo transdisciplinar que estuda tópicos e aplica métodos tais como:

- novos indicadores e índices de (in)sustentabilidade da economia;
- macroeconomia ecológica sem crescimento, o debate entre noções de sustentabilidade “fraca” e “forte”;
- aplicação de noções ecológicas de capacidade de carga e resiliência a ecossistemas humanos;
- valoração e pagamento por serviços ambientais, valoração monetária de externalidades, e também a discussão sobre a incomensurabilidade de valores;
- avaliação de riscos, incerteza, complexidade e ciência “pós-normal”; avaliação ambiental integrada, incluindo a concepção de cenários, modelagem dinâmica, métodos decisórios participativos multi-critério;
- a alocação de direitos de propriedade e sua relação com a gestão de recursos naturais, instituições comunitárias novas e antigas para a gestão ambiental;
- causas e consequências ambientais da mudança tecnológica, relações entre economia ecológica e economia evolucionária;
- teorias de consumo (necessidades, satisfatores), como elas se relacionam com impactos ambientais;
- relações com ecologia industrial; aplicações à administração de empresas, responsabilidade civil corporativa e prestação de contas;

- relações com campos tais como economia feminista; história ambiental e econômica; ética ambiental; ecologia política, planejamento urbano, estudos camponeses;
- políticas públicas ambientais, instrumentos de política ambiental, muitas vezes centrados no “princípio da precaução” (ou “padrões mínimos seguros”, tal como introduzido por Ciriacy-Wantrup).

## Referências

- Agarwal, B. 2010, *Gender e Green Governance: The Political Economy of Women's Presence Within e Beyond Comunidade Forestry*, Oxford Universidade Press, Oxford.
- Altvater, E. 2007. Marxism e ecological economics: Toward a red e green political economy, *Monthly Review*, 58(8): 55-64.
- Ayres, R. U. e B. Warr. 2009, *The Economic Growth Engine: How Energy e Work Drive Material Prosperity*, Cheltenham, UK & Northampton, MA, Edward Elgar.
- Berkes, F. e C. Folke (eds.). 1998, *Linking social e ecological systems: management practices e social mechanisms for building resilience*, Cambridge Universidade Press, Cambridge.
- Boulding, K. 1966, “The Economics of the Coming Spaceship Earth”, in: Jarrett, H. (ed.), *Environmental Qualidade in a Growing Economy*, Resources for the Future/Johns Hopkins Press, Baltimore, pp. 3-14.
- Bonaiuti, M. (ed.), 2011, *From Bioeconomics to Degrowth. Georgescu-Roegen's 'New Economics' in Eight Essays*, Routledge, London.
- Cleveland, C., Stern, D. I. e R. Costanza (eds.). 2001, *The Economics of Nature e the Nature of Economics*, Edward Elgar, Cheltenham e International Sociedade for Ecological Economics.
- Costanza, R. 1980, Embodied energy e economic valuation, *Science*, 210: 1219-1224.
- Costanza, R. (ed.). 1991, *Ecological economics: the science e management of sustainability*, Columbia U. P., New York.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, S. Naeem, K. Limburg, J. Paruelo, R.V. O'Neill, R. Raskin, P. Sutton, e M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services e natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Costanza, R., Cleveland, C. e C. Perrings (eds.). 1997, *The Development of Ecological Economics*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Daily, G. C. (ed.). 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, Washington, DC.
- Daly, H. (ed). 1973. *Toward a Steady-State Economy*. W. H. Freeman, San Francisco
- Daly, H., 1984. Alternative strategies for integrating economics e ecology, in A.M. Jansson ed., *Integração of Economy e Ecology*, Askö Laboratory, Universidade of Stockholm.
- Daly, H. e J. Cobb. 1989, *For the Common Good: redirecting the economy toward community, the environment e a sustainable future*, Beacon Press, Boston (2nd ed. 1994).
- Daly, H. e J. Farley, 2010, *Ecological Economics: Principles e Applications*, Island Press, Washington DC.
- De Groot, R. S. 1992, *Funções of nature: avaliação of nature in environmental planning, management e decision making*, Wolters-Noordhoff, Amsterdam.
- Ehrlich, P. R. 1968, *The População Bomb*, Sierra Club/Ballantine Book, New York.

- Foster, J. B. 1999, Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology, *The American Journal of Sociology*, 105(2): 366-405.
- Funtowicz, S. e J. Ravetz. 1994, The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science, *Ecological Economics*, 10: 189-96.
- Georgescu-Roegen, N. 1971, *The Entropy Law e the Economic Process*, Harvard Universidade Press.
- Georgescu-Roegen, N. 1977, 'Matter matters too', in: Wilson, K. D. (ed.), *Prospect for Growth: changing expectações for the future*, Praeger, New York.
- Giampietro, M., Mayumi, K., M. e A. H. Sorman. 2013, *Energy Analysis for a Sustainable Future: Multi-Scale Integrated Analysis of Societal e Ecosystem Metabolism*, Earthscan, Routledge, London.
- Gowdy, J. e S. Mesner. 1998, The Evoluçãõ of Georgescu-Roegen's Bioeconomics, *Review of Social Economy*, 56(2): 136-156.
- Grinevald, J. 1976, La Révoluçãõ carnotienne. Thermodynamique, économie et idéologie, *Revue européenne des sciences sociales et Cahiers Vilfredo Pareto*, 36: 39-79, Paris.
- Guha, R. e J. Martinez-Alier. 1997, *Variedades of Environmentalism. Essays North e South*, Earthscan, London.
- Hall, C., Cleveland, C. e R. Kaufman. 1986, *Energy e resources quality: the ecology of the economic process*, Wiley, New York.
- Hamilton, C. 2013, *Earthmasters: The Dawn of the Age of Climate Engineering*, Yale U. P., New Haven.
- Hardin, G. 1968, The Tragedy of the Commons, *Science*, 162: 1243-1248.
- Hardin, G. 1974, Lifeboat Ethics: The Case Against Helping the Poor, *Psychology Today*, 8 (4).
- Hayek, F. A. 1952, *The Counter-Revoluçãõ of Science: Studies of the abuse of reason*, The Free Press, Glencoe, Illinois.
- Healy, H., Martínez-Alier, J., Temper, L., Walter, M. e J.-F. Gerber. 2012, eds. *Ecological Economics from the Ground Up*, Routledge, London.
- Hoekstra, A. Y. e A. K. Chapagain. 2007, Water footprints of nations: water use by people as a funçãõ of their consumpçãõ pattern, *Water Resources Management*, 21(1): 35-48.
- Holt, R.P.F., S. Pressman e C.L. Spash. 2009. *Post Keynesian e Ecological Economics: Confronting Environmental Issues*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Hornborg, A. 1998, Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory e ecological economics, *Ecological Economics*, 25: 127-136.
- Huetting, R. 1980, *New scarcidade e economic growth: more welfare through less production?* North Holland, Amsterdam.
- Jackson, T. 2009, *Prosperidade without Growth. Economics for a Finite Planet*. Routledge, London.
- Kapp, K W. 1950, *The Social Costs of Private Enterprise*, New York, Shocken.
- Kerschner, C. 2010, Economic de-growth vs. steady-state economy, *Journal of Cleaner Production*, 18(6): 544-551.
- Krausmann, F., Erb, K-H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzar, C. e T.

- D. Searchinger. 2013 Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 10.1073/pnas.1211349110.
- Kumar, P. (ed.). 2010, *The Economics of Ecosystems e Biodiversity: Ecological Economics Foundations*, Earthscan, London e Washington, DC.
- Martinez-Alier, J. 2002, *The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts e Valuation*, Edward Elgar, Cheltenham, Oxford U.P. Delhi, 2005.
- Martinez-Alier, J. e K. Schlüpmann. 1987, *Ecological economics: energy, environment e society*, Blackwell, Oxford.
- Martinez-Alier, J., Munda, G. e J. O'Neill. 1998, Weak comparabilidade of values as a foundation for ecological economics, *Ecological Economics*, 26(3): 277-286.
- Martinez-Alier, J. e I. Røpke (eds.). 2008, *Recent Developments in Ecological Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, 2 vols.
- Martinez-Alier, J., Pascual, U., Vivien, F. e E Zaccai. 2010, Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms e future prospects of an emergent paradigm, *Ecological Economics*, 69(9): 1741-1747.
- Max-Neef, M. 1992, *From the outside looking in: experiences in barefoot economics*, Zed Press, London.
- Mayumi, K. 2001, *The Origins of Ecological Economics: The Bioeconomics of Georgescu-Roegen*, Routledge, London.
- Munda, G. 2008, *Social multi-criteria avaliação for a sustainable economy*, Springer, Heidelberg, New York.
- Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N., May, P., 2010, Reconciling theory e practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services, *Ecological Economics*, 69:1202–1208.
- Naredo, J. M. 1987, *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid.
- Norgaard, R. B. 1990, Economic indicators of resource scarcity: A critical essay, *Journal of Environmental Economics e Management*, 19(1): 19-25.
- O'Connor, J. 1988, Capitalism, nature, socialism: A theoretical introduction. *Capitalism Nature Socialism*, (1): 11-39.
- O'Connor, M. 1993, Value System Contests e the Appropriação of Ecological Capital, *The Manchester School*, 61: 398- 424.
- O'Connor, M. e C. Spash (eds.). 1999, *Valuação e the environment*, Edward Elgar, Cheltenham.
- O'Neill, J. 1993, *Ecology, policy e politics*, Routledge, London.
- Ostrom, E. 1990, *Governing the Commons: The Evolução of Instituições for Collective Action*, Cambridge Universidade Press.
- Passet, R. 1979, *L'Économique et le Vivant*, 2nd ed. 1996, Economica, Paris.
- Pengue, W. 2005, Transgenic crops in Argentina. The ecological e social debt, *Bulletin of Science, Technology e Society*, 25(4): 314-322.
- Pérez-Rincón, M. A. 2006, Colombian international trade from a physical perspective: Towards an

- ecological “Prebisch thesis”, *Ecological Economics*, 59(4): 519-529.
- Perrings, Ch. 1987, *Economy e environment*, Cambridge U.P., Cambridge.
- Pimentel, D., Hurd, L. E., Bellotti, A., C., Forster, M. J., Oka, I. N., Sholes, O. D. e R. J. Whitman. 1973, Food Produccão e the Energy Crisis, *Science*, 182: 443-449.
- Polanyi, K. 1957, Aristotle Discovers the Economy, in: Polanyi, K., Arensberg, C. M. e H. W. Pearson (eds.), *Trade e Markets in the Early Empires: economies in history e theory*, The Free Press, Glencoe.
- Podolinsky, S. 1880, Le Socialisme et l’unité des forces physiques, *La Revue Socialiste*, 8: 353–65.
- Podolinsky, S. 1883, Menschliche Arbeit und Einheit der Kraft, *Die Neue Zeit*, 1(9): 413-424 e 1(10): 449-457.
- Prigogine, I. e I. Stengers. 1984, *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*, Bantam Books, New York.
- Rappaport, R., 1968, *Pigs for the Ancestors: Ritual in the Ecology of a New Guinea People*, Yale Universidade Press.
- Ronsin, F. 1980, *La grève des ventres; propagande malthusienne et baisse de la natalité en France, XIXe-XXe siècles*, Paris, Aubier-Montaigne.
- Russi, D., Gonzalez-Martinez, A., C., Silva-Macher, J. C., Giljum, S., Martínez-Alier, J., Vallejo, M.C.. 2008, Material Flows in Latin America, *Journal of Industrial Ecology*, 12(5-6): 704-720.
- Schrödinger, E. 1944, *What is Life: The Physical Aspect of the Living Cell*, Cambridge Universidade Press.
- Shmelev, S. E. 2012, *Ecological Economics. Sustentabilidade in Practice*, Springer, Heidelberg, New York.
- Sieferle, R. P. 2001, *The Subterranean Forest: Energy Systems e the Industrial Revolution*, The White Horse Press, Cambridge.
- Spash, C. (ed.). 2009, *Ecological Economics*, Routledge, London, 4 vols.
- Spash, C.L. 2007. The economics of climate change impacts à la Stern: Novel e nuanced or rhetorically restricted? *Ecological Economics*, vol. 63, no. 4, 706-713.
- Spash, C.L. 2011. Terrible economics, ecosystems e banking. *Environmental Values*, vol. 20, no. 2, 141-145
- Spash, C. 2012, New fundações for ecological economics, *Ecological Economics*, 77: 36-47.
- Srinivasan, U. T., Carey, S. P., Hallstein, E., Higgins, P. A., Kerr, A. C., Koteen, L. E. e R. B. Norgaard. 2008, The debt of nações e the distribuição of ecological impacts from human activities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(5): 1768-1773.
- Sukhdev, P. 2012, *Corporação 2020: Transforming Business for Tomorrow's World*, Island Press, Washington, DC.
- Tamanoi, Y. Tsuchida, A. e T. Murota. 1984, Towards an entropic theory of economy e ecology—beyond the mechanistic equilibrium approach, *Economie appliquée*, 37: 279-294.
- Temper, L. e Martinez-Alier. J. 2013, The God of the mountain e Godavarman: Net Present Value, indigenous territorial rights e sacredness in a bauxite mining conflict in India, *Ecological Economics* (in press).

- Vatn, A. 2005, *Instituições e the Environment*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Vatn, A. e D. Bromley. 1994, Choices without prices without apologies, *Journal of Environmental Economics e Management*, 26: 129-148.
- Vernadsky, V. 1924, *La Géochimie*, Alcan, Paris.
- Victor, P. 1991, Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory, *Ecological Economics*, 4(3): 191-213.
- Victor, P. 2008, *Managing without growth. Slower by design, not disaster*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Vitousek, P., Ehrlich, P., Erhlich, A. e P. Matson. 1986, Human apropriação of the products of photosynthesis, *Bioscience*, 34: 368-373.
- Wackernagel, M. e W. Rees. 1995, *Our ecological footprint*. New Sociedade Publ, Gabriola Island e Philadelphia
- Waring, M. 1988, *If women counted: a new feminist economics*, Harper & Row, San Francisco.
- Weisz, H., Krausmann, F., Amann, C., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Hubacek, K. e M. Fischer-Kowalski. 2006, The physical economy of the European Union: Cross-country comparison e determinants of material consumption, *Ecological Economics*, 58(4): 676-698.
- Zografos, C. e R. B. Howarth (eds.). 2008, *Deliberative Ecological Economics*, Oxford Universidade Press, Oxford.