

**XXIV CONGRESSO NACIONAL DO
CONPEDI - UFMG/FUMEC/DOM
HELDER CÂMARA**

**DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL II**

FERNANDO GUSTAVO KNOERR

MARCO ANTÔNIO CÉSAR VILLATORE

ROMEU FARIA THOMÉ DA SILVA

Todos os direitos reservados e protegidos.

Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria – Conpedi

Presidente - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa – UFRN

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. José Alcebíades de Oliveira Junior - UFRGS

Vice-presidente Sudeste - Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM

Vice-presidente Nordeste - Profa. Dra. Gina Vidal Marcílio Pompeu - UNIFOR

Vice-presidente Norte/Centro - Profa. Dra. Julia Maurmann Ximenes - IDP

Secretário Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC

Secretário Adjunto - Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto – Mackenzie

Conselho Fiscal

Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG /PUC PR

Prof. Dr. Roberto Correia da Silva Gomes Caldas - PUC SP

Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini Sanches - UNINOVE

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS (suplente)

Prof. Dr. Paulo Roberto Lyrio Pimenta - UFBA (suplente)

Representante Discente - Mestrando Caio Augusto Souza Lara - UFMG (titular)

Secretarias

Diretor de Informática - Prof. Dr. Aires José Rover – UFSC

Diretor de Relações com a Graduação - Prof. Dr. Alexandre Walmott Borgs – UFU

Diretor de Relações Internacionais - Prof. Dr. Antonio Carlos Diniz Murta - FUMEC

Diretora de Apoio Institucional - Profa. Dra. Clerilei Aparecida Bier - UDESC

Diretor de Educação Jurídica - Prof. Dr. Eid Badr - UEA / ESBAM / OAB-AM

Diretoras de Eventos - Profa. Dra. Valesca Raizer Borges Moschen – UFES e Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - UNICURITIBA

Diretor de Apoio Interinstitucional - Prof. Dr. Vladimir Oliveira da Silveira – UNINOVE

D598

Direito, economia e desenvolvimento sustentável II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/UFMG/FUMEC/ Dom Helder Câmara;

coordenadores: Fernando Gustavo Knoerr, Marco Antônio César Villatore, Romeu Faria Thomé da Silva – Florianópolis: CONPEDI, 2015.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-113-5

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: DIREITO E POLÍTICA: da vulnerabilidade à sustentabilidade

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Brasil – Encontros. 2. Economia. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Congresso Nacional do CONPEDI - UFMG/FUMEC/Dom Helder Câmara (25. : 2015 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34



XXIV CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI - UFMG/FUMEC /DOM HELDER CÂMARA

DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL II

Apresentação

A Coordenação do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II, do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito - CONPEDI, sente-se honrada por apresentar essa coletânea de artigos, fruto das pesquisas e dos debates realizados no âmbito do XXIV Congresso do CONPEDI, cujo tema foi Direito e política: da vulnerabilidade à sustentabilidade.

O evento, realizado na capital das Minas Gerais, desenvolveu suas atividades em três Instituições de Ensino Superior: a Faculdade de Direito da UFMG; a Universidade FUMEC; e a Escola Superior Dom Helder Câmara ESDHC, no período de 11 a 14 de novembro de 2015.

Dentre os inúmeros trabalhos encaminhados, provenientes de todas as regiões do País, vinte e seis artigos foram aprovados e selecionados para compor o presente livro do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II, com temas ligados ao Direito Econômico, ao Direito do Consumidor, ao Direito do Trabalho e ao Direito Ambiental.

O CONPEDI, desde 2005, fomenta o debate nas áreas do Direito Econômico em grupos de trabalho específicos, como aqueles voltados para as relações de consumo e desenvolvimento, além de investigar a relação entre Direito Econômico, modernidade e análise econômica do Direito, e temas correlatos. Os debates envolvendo tópicos de Direito do Consumidor e do Direito do Trabalho, já tradicionais nos Congressos do CONPEDI, também foram significativos neste encontro realizado em Belo Horizonte.

Convém, entretanto, registrar uma nota de destaque ao incremento substancial das discussões relativas às normas de proteção ambiental e ao princípio do desenvolvimento sustentável nos últimos eventos do CONPEDI, em especial no grupo de trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II do XXIV Congresso. Esse aprofundamento se deve à crescente preocupação do ser humano com a manutenção do equilíbrio ambiental, refletida em inúmeros Programas de Pós Graduação espalhados pelo Brasil que se propõem à análise do tema, como o Programa de Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Dom Helder Câmara, uma das instituições anfitriãs do evento. A estreita relação instaurada entre as normas de Direito Econômico e as de Direito

Ambiental, em busca de fomentar não apenas o crescimento, mas o desenvolvimento econômico em harmonia com o bem-estar social e a preservação ambiental, demonstra a absoluta adequação desse grupo de trabalho, que incentiva a pesquisa interdisciplinar, aproximando o Direito, a Economia e o Desenvolvimento Sustentável.

A catástrofe envolvendo as barragens de rejeitos da mineradora Samarco, no município mineiro de Mariana, acontecida às vésperas do XXIV Congresso, com gravíssimas repercussões socioambientais, foi abordada pelos coordenadores e pesquisadores do grupo no início dos trabalhos, que prestaram homenagem às vítimas, além de reforçar a convicção de que o desenvolvimento se encontra inexoravelmente atrelado à proteção do meio ambiente.

As normas jurídicas, já utilizadas como instrumentos vocacionados ao crescimento econômico, devem ser compreendidas, a partir da constitucionalização da proteção do meio ambiente, como instrumentos de viabilização do desenvolvimento econômico sustentável.

A construção do conhecimento, paulatinamente, estrutura-se pelo esforço de docentes, doutorandos e mestrados, que desenvolvem a pesquisa jurídica de maneira independente e comprometida. Nessa perspectiva, os vinte e seis artigos apresentam análise interdisciplinar de temas contemporâneos e, desse modo, ofertam efetiva contribuição para a evolução e consolidação de diversos institutos jurídicos.

Não remanescem dúvidas de que a contribuição acadêmica dos pesquisadores participantes do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II é essencial para movimentar os debates social, econômico, ambiental, político e jurídico, revigorando a participação democrática. Aproveitamos para, mais uma vez, tecer sinceros agradecimentos aos autores e, ainda, registrar nosso propósito de instauração de debates impulsionados pelos trabalhos agora publicados, na expectativa de que o elo Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável se fortifique na corrente do CONPEDI. Convidamos, por fim, a todos, para uma profícua leitura.

Belo Horizonte, 15 de novembro de 2015.

Coordenadores do Grupo de Trabalho

Professor Doutor Romeu Faria Thomé da Silva DOM HELDER

Professor Doutor Marco Antônio César Villatore PUCPR/UNINTER/UFSC

Professor Doutor Fernando Gustavo Knoerr - UNICURITIBA

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RELAÇÃO COMÉRCIO-MEIO
AMBIENTE: SUBSÍDIOS PARA UMA ANÁLISE ECONÔMICA**

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND THE TRADE-ENVIRONMENT
RELATIONSHIP: SUBSIDIES FOR AN ECONOMIC ANALYSIS**

Gustavo Assed Ferreira

Resumo

O presente artigo apresenta, em linhas gerais, os argumentos de algumas das mais importantes linhas de pesquisa em economia ambiental, com vistas a subsidiar a análise da relação entre comércio e meio ambiente, relação esta mediada, em algum grau, pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Partindo do conceito termodinâmico de entropia, são aqui apresentadas as ideias das escolas da economia ambiental neoclássica (centrada na primeira lei da termodinâmica), da economia da sobrevivência (centrada na segunda lei da termodinâmica lei da entropia) e da economia ecológica (que considera incompleta a análise do sistema econômico que não leva em consideração seu substrato biofísico). A conclusão deste artigo aponta para a necessidade da regulação internacional da relação comércio-meio ambiente, partindo da premissa que para continuar havendo comércio deve continuar havendo insumos, e portanto, meio ambiente.

Palavras-chave: Comércio, Meio ambiente, Economia neoclássica, Economia da sobrevivência, Economia ecológica

Abstract/Resumen/Résumé

This article presents, in broad terms, the arguments of some of the most important research lines in the field of environmental economics, aiming at subsidizing the analysis of the relationship between trade and environment, which is nowadays mediated, to some degree, by the World Trade Organization (WTO). Starting with the thermodynamic concept of entropy, the ideas of the neoclassical environmental economics (centered in the first law of thermodynamics), the survival economics (centered on the second law of thermodynamics the entropy law) and the ecological economics (which considers incomplete any analysis of the economic system not taking in consideration its biophysical base). The conclusion of this article points to the necessity of international regulation of the trade-environment relationship, on the premise that there only can be trade if there are inputs, and, therefore, environment.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Trade, Environment, Neoclassical economics, Survival economics, Ecological economics

Introdução

O que este artigo pretende demonstrar é que, levando-se em conta a Lei de Entropia, que constitui aqui o modelo teórico, o papel desempenhado até agora pelo sistema GATT/OMC no que se refere à relação comércio-meio ambiente está aquém do que deve e pode ser. Constituindo o meio ambiente a base física sobre a qual o processo de produção ocorre, ele constitui, também, pressuposto necessário da existência do Sistema Multilateral do Comércio. A própria aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável na prática das relações internacionais depende de uma melhor adequação da relação entre comércio e meio ambiente.

Para alcançar esta conclusão, o trabalho expõe o modelo teórico, baseado nas considerações feitas pela economia da sobrevivência e pela economia ecológica, acerca da aplicação da Lei de Entropia à economia. É apresentada, também, a visão da economia ambiental neoclássica sobre o tema, como contraponto. Por fim, opta-se pela Lei de Entropia como parâmetro para as relações entre comércio e meio ambiente.

Entropia Global e a Economia da Sobrevivência

Há um século e meio aproximadamente, o físico alemão Rudolf Clausius formulou as duas primeiras leis da termodinâmica. A primeira delas, conhecida como Lei da Conservação da Matéria e da Energia, diz que a energia do universo é constante, ou seja, matéria e energia não podem ser criadas ou destruídas (Georgescu-Roegen, 1971, p. 5 e 129). O *mainstream* da análise econômica, representado pela escola neoclássica, centra seu estudo sobre a economia ambiental nesta lei e nos aspectos relacionados ao funcionamento dos mercados (Young, 1991, p. 178), no que foi considerado por Georgescu-Roegen uma construção mecanicista da economia (Georgescu-Roegen, 1980, p. 49).

Por seu turno, a segunda lei da termodinâmica, também enunciada por Clausius, e conhecida como a Lei da Entropia, afirma que no universo, a entropia se move continuamente no sentido de um máximo (Georgescu-Roegen, 1971, p. 6 e 129). A escola denominada de economia da sobrevivência, formada por aqueles autores e grupos de pesquisa que priorizam em suas análises a preservação das oportunidades de gerações futuras (Mueller, 1999, p. 514), e da qual o próprio Georgescu-Roegen é um grande nome, vale-se desta lei para realizar sua análise da economia ambiental.

A entropia pode ser definida, em termos termodinâmicos, como “a medida da energia indisponível em um sistema termodinâmico” (Georgescu-Roegen, 1980, p. 51). Esta definição implica em uma diferenciação qualitativa da energia, em disponível e indisponível. A

primeira é aquela sobre a qual o ser humano tem controle quase completo, que implica uma estrutura ordenada, e por isso pode ser usada no processo econômico. A segunda é aquela sobre a qual o ser humano não detém controle, porque se encontra dissipada de modo caótico e não pode, portanto, ser utilizada no processo econômico. Por isso, em outras palavras, a entropia também pode ser definida como a medida de desordem de um sistema (Georgescu-Roegen, 1980, p. 51). Ainda, alta entropia significa ou denota uma estrutura na qual a maior parte ou mesmo toda a energia está indisponível; a baixa entropia denota o contrário (Georgescu-Roegen, 1980, p. 5). Exemplo de uma estrutura de alta entropia: os oceanos, que contém grandes quantidades de calor caoticamente distribuídas em sua extensão e que, portanto, não podem ser usadas para a geração de força mecânica. Exemplo de uma estrutura de baixa entropia: um pedaço de carvão, que ao ser queimado libera calor que pode, ele sim, liberar energia que gera movimento (Georgescu-Roegen, 1980, p. 51).

Assim, a combinação das duas Leis da Termodinâmica ensina que, embora a energia seja constante, de acordo com a primeira lei, está sempre passando de energia disponível para indisponível, de acordo com a segunda. Importa notar que este processo de degradação contínua de energia é irrevogável (Georgescu-Roegen, 1971, p. 6) e acontece com ou sem a mediação de um ser vivo. A ação humana, contudo, por meio da atividade econômica, vem crescentemente colaborando para a aceleração da degradação entrópica. Isto porque o ser humano, como qualquer outro organismo vivo, luta constantemente para manter sua própria entropia constante. Faz isso por meio da absorção de *inputs* de baixa entropia do meio ambiente, que compensa o aumento de sua própria entropia (Georgescu-Roegen, 1980, p. 53). A ação humana, porém, traz consigo um diferencial importante: ao contrário dos demais seres vivos, o ser humano processa quase tudo o quanto consome, aumentando grandemente, com isso, o grau de degradação entrópica.

Entropia global pode ser definida, então, como a tendência que o planeta tem de caminhar em direção a um contínuo processo de deterioração. Este conceito baseia-se na clássica definição de entropia, dada acima, para a qual em qualquer processo natural a entropia sempre aumenta, ou seja, todo o sistema físico, quando no estado natural, sempre evolui para situações de máxima desordem.

Georgescu-Roegen iniciou seu estudo sobre a entropia analisando o efeito desta sobre a energia. Todavia, na década de 1980, este autor passou a analisar o fato de que para se converter a energia em trabalho é fundamental a utilização da matéria. Esta, por sua vez, também está sujeita à dissipação irrevogável (Mueller, 1999, p. 526).

Há que se destacar que, bem como a energia, a matéria se dissipa por si mesma.

Entretanto, a ação do ser humano acelera este processo. A economia da sobrevivência entende que a entropia possui grande relevância para a compreensão e o estudo da economia, tendo em vista que considera estar na lei de entropia a raiz da escassez (Mueller, 1999, p. 527).

Ao contrário do que pensam os neoclássicos, como se verá adiante, o crescente desenvolvimento tecnológico e a maior utilização dos recursos naturais, renováveis ou não, vêm acelerando o processo de entropia global. Em razão disto, a avaliação da escola da sobrevivência em relação ao futuro da humanidade e à preservação dos recursos naturais é bem menos otimista do que as avaliações neoclássicas.

Ainda assim, mesmo dentro da economia da sobrevivência, as opiniões não são unânimes. O criador desta escola, Georgescu-Roegen, chegou a considerar que o futuro do ser humano, apesar de instigante, não seria longo: “talvez, o destino do homem seja ter uma vida curta, mas ardente, excitante e extravagante, em vez de uma existência longa, vegetativa e sem ocorrências especiais” (Georgescu-Roegen, 1980, p. 74). Este acentuado pessimismo chega a ser justificável, sobretudo, levando-se em conta que o autor expressou-o em meados da década de 1970, quando as preocupações com a questão ambiental ainda não se encontravam tão difundidas como atualmente. Conforme se verá no segundo capítulo, a primeira grande conferência ambiental internacional aconteceu em 1972, em Estocolmo, e a segunda delas aconteceu somente vinte anos depois, em 1992, no Rio de Janeiro.

Na década de 1980, Georgescu-Roegen diminuiu o peso do pessimismo em seu discurso, ainda que mantendo a linha central de seu raciocínio, ou seja, a humanidade terá dificuldade de garantir uma longa sobrevivência em seu processo civilizatório por conta da desenfreada utilização dos recursos naturais na atividade econômica. Contudo, passou a admitir a possibilidade da descoberta do Prometheus III, uma nova tecnologia prometeana¹ que adiaria, por mais algum tempo, a crise associada à escassez determinada pela ação da Lei da Entropia (*apud* Mueller, 1999, p. 532).

Contrabalançando o pessimismo bastante acentuado de Georgescu-Roegen, outro dos precursores do pensamento da sobrevivência, Boulding, manteve-se sempre um pouco mais otimista, ainda que modestamente (Boulding, 1980, p. 263).

Boulding procurou distinguir os sistemas econômicos entre a “economia do *cowboy*”, simbolizando aquela atitude de correr por campos ilimitados e de comportamento impulsivo, de exploração exacerbada, e entre a “economia da espaçonave”, conotando um horizonte

¹ Tecnologia prometeana é aquela capaz de gerar fluxos líquidos positivos de energia que possam ser repassados a outras tecnologias de matriz. De fato, o ser humano em seu processo civilizatório, somente teve acesso a duas tecnologias prometeanas: (i) o Prometheus I (controle do fogo); (ii) e o Prometheus II (máquina térmica). Georgescu-Roegen *apud* Mueller, 1999, p. 530-1.

finito (Boulding, 1980, p. 258).

De acordo com Boulding, na economia do *cowboy* o consumo, assim como a produção, é considerado algo bom e o sucesso dessa economia é medido pelo rendimento dos fatores de produção, parte dos quais é extraída dos reservatórios de matérias primas, e parte dos quais é despejado, como rejeito, nos reservatórios de poluição (Boulding, 1980, p. 258).

Já na economia da espaçonave, o uso dos fatores de produção não é um desiderato e sim algo a ser minimizado, já que a preocupação central é com a manutenção do estoque de capital. Ganhos são representados, nesse cenário, por tecnologias que possam auxiliar na manutenção do mencionado estoque (Boulding, 1980, p. 259).

Boulding demonstrou preocupação com o fato de que a economia, em geral, sempre se mostrou muito preocupada com os aspectos da produção e do consumo, sem dar a atenção, que ele pensava devida, aos aspectos de “estado” do bem estar humano (a manutenção do estoque, no exemplo acima) e que o processo de inovação tecnológica, por estar em sintonia com o pensamento econômico geral, pode acabar sendo distorcido (Boulding, 1980, p. 262).

As preocupações de Boulding sempre se deram com o longo prazo e os grandes problemas de estoque que ele vislumbrava. Não quer dizer que ele descartava problemas imediatos, ou que julgava menos importante sua solução; pelo contrário, ele manifestou suas esperanças de que as soluções necessárias para os problemas de longo prazo pudessem ser alcançadas por meio de um processo de aprendizado, iniciado exatamente por uma sucessão de crises mais imediatas (Boulding, 1980, p. 263).

À parte as contribuições iniciais de Gerogescu-Roegen e Boulding, outras mais recentes foram se desenvolvendo, preocupadas com os problemas causados pela poluição e pela degradação promovidas pelo sistema econômico e com a exaustão da capacidade de suporte do meio ambiente, considerada ela também um tipo de recurso natural (Mueller, 1999, p. 532).

Essas novas abordagens centram suas análises no conceito de quase-equilíbrio dinâmico, por meio do qual ligam as ideias de desenvolvimento e estabilidade. Neste contexto de desenvolvimento, o conceito de quase-equilíbrio se relaciona ao de evolução, entendido como um processo de contínua mudança que ocorre, contudo, com base em padrões ou parâmetros estáveis (Boulding *apud* Mueller, 1999, p. 533). Desta forma, ao mesmo tempo em que o desenvolvimento exaure potenciais, ele também os recria, criando novos nichos, que são ocupados, e que criam novos nichos, e assim sucessivamente, permanecendo o sistema em transformação (Boulding *apud* Mueller, 1999, p. 533).

Dentro dessa mudança evolucionária que é o desenvolvimento, a ação humana pode

ser caracterizada, às vezes, como catástrofe evolucionária, ou seja, aquele evento improvável que gera mudanças drásticas, como a criação ou extinção de espécies, ao que se segue um período de desaceleração da evolução. O fato de o ser humano ter tido acesso ao capital energético é que possibilitou a colonização do planeta e sua transformação em um ecossistema quase único, o que contribui, por sua vez, para a ampliação da possibilidade de uma catástrofe evolucionária (Boulding *apud* Mueller, 1999, p. 533).

Outra base das mais recentes análises é a teoria das estruturas dissipativas longe do equilíbrio, de Prigogine. Estas estruturas são aquelas que, uma vez formadas, adquirem certa estabilidade que pode, contudo, ser rompida. Nesta abordagem, sistemas vivos são estruturas que dissipam entropia; são sistemas abertos, contidos em outro maior, com o qual trocam energia e matéria. Neste processo, as estruturas dissipativas longe do equilíbrio reduzem sua entropia interna, ao passo em que aumenta a entropia do sistema maior, que as contém (Boulding *apud* Mueller, 1999, p. 533).

Por exemplo, o sistema de produção pode ser considerado uma estrutura dissipativa longe do equilíbrio, que dissipa entropia, transferindo-a para o meio ambiente, sistema no qual está contido. Assim, toda a matéria e a energia que se perdem (se dissipam) no processo produtivo, ao invés de aumentarem o grau de entropia do sistema de produção, são transferidas para o meio ambiente, aumentando o grau de entropia deste último.

Uma das vertentes de análise, a de Robert Ayres, se preocupa com os impactos da crescente intoxicação ambiental. Este autor trabalha com a noção de metabolismo industrial, que se pode traduzir como o conjunto de transformações de matéria e energia que possibilita ao sistema econômico funcionar (Ayres e Simonis *apud* Mueller, 1999, p. 536). O problema reside em que, em virtude dessas transformações, matéria e energia são devolvidas ao meio ambiente em estado irreversível de alta entropia, constituindo elas emanações do metabolismo industrial que têm impacto sobre os mecanismos de autorregulação do sistema global. De acordo com Ayres, o sistema global tem capacidade de assimilar uma certa quantidade dessas emanações, de se limpar e rejuvenescer. Contudo, a atividade humana vem produzindo uma quantidade de rejeitos que excede em muito a mencionada capacidade de regeneração da natureza (Ayres *apud* Mueller, 1999, p. 537).

Embora demonstre preocupação também com a exaustão de determinados recursos naturais, a preocupação central de Ayres reside na perda de estabilidade do sistema global, provocada pelas emanações do metabolismo do sistema econômico, o que ele receia, até, que ocorra antes da exaustão de determinados recursos naturais (Mueller, 1999, p. 537).

Assim, para a abordagem do metabolismo industrial a restrição fundamental à

expansão da escala da economia mundial estaria na capacidade limitada do meio ambiente de assimilar, sem reações catastróficas, fluxos crescentes de dejetos tóxicos gerados pelo seu metabolismo (Mueller, 1999, p. 539).

Pearce e Turner abordam o mesmo problema, tratando-o por “capacidade de assimilação” do meio ambiente: na medida em que os rejeitos gerados pelo processo produtivo são lançados ao meio ambiente em quantidades e qualidades que estão de acordo com sua capacidade de assimilação, a economia funcionará como um sistema natural. Neste caso, o sistema somente encontrará problemas quando não estiverem mais disponíveis os recursos não renováveis. Por outro lado, se a quantidade ou a qualidade dos rejeitos lançados ao meio ambiente exceder sua capacidade de assimilação, então esta função que cumpre o meio ambiente deixará de existir. Aquilo que era um recurso natural renovável (a capacidade do meio ambiente de “reciclar” os rejeitos do processo econômico) terá se transformado em um recurso esgotável (Pearce; Turner, 1990, p. 39).

A segunda vertente mais recente da economia da sobrevivência está representada pelos estudos sobre a biodiversidade funcional e a resiliência do ecossistema global, desenvolvidos no âmbito do Programa da Biodiversidade, patrocinado pelo Instituto Beijer da Academia Real de Ciências da Suécia. Seu estudo está centrado no papel da diversidade de espécies na resiliência de ecossistemas individuais e do sistema global, bem como no esclarecimento das relações entre os sistemas econômico e ecológico. Em primeiro plano nos estudos, figuram as funções que a biodiversidade desempenha na geração de serviços ecológicos fundamentais, principalmente as funções de manutenção de resiliência (Perrings et alli *apud* Mueller, 1999, p. 540).

Resiliência, para os pesquisadores do Instituto Beijer, pode ser entendida como “o montante de distúrbio que pode ser absorvido pelo ecossistema antes de que nele ocorra uma mudança fundamental na sua estrutura de controles, provocando deslocamento, de uma dada situação de equilíbrio local a outra”. Esta é a concepção de resiliência da ecologia de comunidades (Holling et alli *apud* Mueller, 1999, p. 540).

De acordo com os pesquisadores do Instituto Beijer, os papéis centrais da diversidade são dois: (i) as diferentes espécies são as intermediárias nos fluxos de energia e de matéria (ecociclos) e determinam as propriedades funcionais do ecossistema; e (ii) a diversidade provê ao ecossistema resiliência diante de eventos extraordinários (Perrings et alli *apud* Mueller, 1999, p. 540).

No que se refere à dinâmica do processo, ela pode ser descrita da seguinte forma: a simplificação e a exploração econômica inadequada causam perda de diversidade, levando à

redução de resiliência (Mueller, 1999, p. 541). Muito embora os pesquisadores do Instituto Beijer não pretendam ter esgotado o tema em suas pesquisas, pretendem chamar a atenção para o problema, até mesmo porque não se conhece a extensão dos danos que o sistema econômico pode causar ao sistema global em razão da perda de diversidade que o primeiro favorece (Mueller, 1999, p. 543).

No item seguinte passa-se a discutir as críticas apresentadas pelo *mainstream* do pensamento econômico, ou seja, a escola neoclássica, ao pensamento acima descrito, da economia da sobrevivência.

A Economia Ambiental Neoclássica

Pode-se entender por economia ambiental neoclássica a “[...] corrente que, pelo menos implicitamente, prioriza o requisito da manutenção ou da ampliação do bem-estar da geração presente que habita as economias de mercado do Primeiro Mundo [...]” (Mueller, 1996, p. 262). Esta corrente do pensamento econômico tem como um de seus objetivos centrais analisar as condições necessárias para que, em um sistema de mercados livres, a economia atinja a eficiência na alocação de recursos escassos; analisa, ademais, os impactos de imperfeições ou falhas criadoras de entraves ao correto funcionamento da economia (Mueller, 1996, p. 262-3).

Note-se que até o final da década de 1960, a teoria neoclássica não reconhecia que economias de mercado poderiam ser atingidas por falhas substanciais e persistentes originadas de problemas ambientais, sendo tais falhas tratadas como externalidades² e, ainda assim, como casos excepcionais (Mueller, 1996, p. 263). Para Montibeller-Filho, o conceito de externalidades fundamenta o pensamento econômico neoclássico no que se refere às questões do meio ambiente (Montibeller-Filho, 2001, p. 83).

Nesta linha de pensamento, o sistema econômico funcionaria como se: (i) existissem fontes inesgotáveis de insumos materiais e de energia para alimentar o processo econômico; (ii) no processo de produção todos os insumos materiais fossem inteiramente convertidos em produtos, não ficando nenhum resíduo indesejado; (iii) no consumo, todos os produtos desaparecessem inteiramente, sem deixar vestígios; (iv) as instituições da sociedade

² De acordo com Baumol e Oates, 1988, p. 17: “Uma externalidade está presente quando as relações de produção ou de utilidade de um indivíduo (A) incluem variáveis reais (isto é, não monetárias), cujos valores são escolhidos por outros (pessoas, corporações, governos) sem particular atenção aos efeitos sobre o bem estar de A.” Em outra formulação, proposta por Montibeller-Filho, 2001, p. 83, o termo externalidade foi criado por Pigou “para expressar falhas produzidas pelo funcionamento do mercado”. Para Pearce and Turner, 1990, p. 61, duas são as condições para a existência de uma externalidade: (i) que a atividade de um agente cause uma perda de bem estar a outro e (ii) que esta perda não seja compensada.

assegurassem com que todos os atributos ambientais relevantes pertencessem a alguém, sendo livremente transacionados em mercados competitivos (Mueller, 1996, p. 263-4).

A economia era tomada como um sistema isolado e à teoria econômica cabia somente analisar os fluxos de valor de troca circulando em seu interior. Somente quando se tornou evidente que externalidades ambientais são parte normal e inevitável dos processos econômicos, na década de 1960, é que surgiram os primeiros esforços da teoria neoclássica para alterar suas bases, sem, no entanto, implicar mudanças fundamentais, mas somente adaptações da estrutura analítica (Mueller, 1996, p. 264).

Estudos pioneiros realizados no final da década de 1960 e começos da década de 1970 passaram a tratar a economia como um sistema que obtém do meio ambiente materiais e energia, os quais são devolvidos ao meio ambiente sob a forma de resíduos e rejeitos (Mueller, 1996, p. 264).

Nesta época, foi incorporado à análise econômica o princípio do balanço de materiais, passando-se a reconhecer que: (i) os insumos para o sistema econômico são fornecidos pelos combustíveis, alimentos e matérias-primas; (ii) estes são, em parte, convertidos em bens finais, em parte, transformados em resíduos e rejeitos; (iii) assim sendo, quando se diz que bens são consumidos, deve-se entender que estes bens somente fornecem certos serviços e que sua substância material segue existindo (Ayres e Kneese *apud* Mueller, 1996, p. 264).

Ainda que se considere que os materiais podem ser, em certos casos e a um dado custo, reaproveitados, o princípio do balanço de materiais permite estabelecer que: (i) há um processo unidirecional e irreversível (sempre, no caso da energia); (ii) essa unidirecionalidade e irreversibilidade podem levar, num mundo finito, a uma situação de escassez de determinados materiais; (iii) quantidades cada vez maiores de rejeitos e resíduos podem levar a uma situação de degradação ambiental, no caso de excederem a capacidade de assimilação do ecossistema (Mueller, 1996, p. 265).

Ademais, o conceito de balanço de materiais de Ayres e Kneese esclarece que o consumo não destrói a matéria; assim sendo, a exaustão tem que ser um fenômeno econômico e não um fenômeno físico (Young, 1991, p. 170).

Pelo modelo do balanço de materiais puderam ser identificadas três funções econômicas do meio ambiente (no sentido de que estas funções têm valor econômico positivo e de que, se tivessem que ser compradas do mercado, teriam preço): (i) fornecedor de recursos; (ii) assimilador de rejeitos; e (iii) fonte direta de utilidades (Pearce; Turner, 1990, p. 41).

O princípio do balanço de materiais permitiu que se passasse a dar tratamento

simultâneo aos problemas ambientais decorrentes da extração de recursos naturais do ecossistema (como matéria e energia não podem ser criadas do nada, as usadas na produção têm de ser retiradas do meio ambiente, causando a depleção dos recursos naturais), e da correspondente deposição de resíduos e rejeitos (como matéria e energia não podem ser destruídas, depois de degradadas voltam ao meio ambiente, gerando poluição). O problema reside em que a economia neoclássica vem considerando os dois aspectos acima separadamente: teoria da poluição e teorias dos recursos naturais (Mueller, 1996, p. 265).

A teoria neoclássica da poluição, em suas variantes, traz implícita a hipótese de que não existem fortes limitações no que se refere à disponibilidade de materiais e de energia, sendo que o recurso verdadeiramente escasso é a capacidade de assimilação da poluição e de autorregeneração do meio ambiente. As questões básicas enfrentadas pela teoria neoclássica da poluição são (Mueller, 1996, p. 266):

- (i) quais os danos da poluição e de outras formas de degradação ambiental decorrentes do funcionamento do sistema econômico? (ii) quais os custos e os benefícios de modalidades diferentes de controle da degradação ambiental? (iii) quais os melhores instrumentos para que a sociedade atinja um nível eficiente de proteção ambiental? e (iv) quais os principais obstáculos no caminho da eficiência?

A solução eficiente para os níveis de poluição seria dada por um planejador onisciente, que conheceria todas as informações necessárias para que o benefício da poluição, usufruído pelas empresas produtoras, fosse igual ao dano ocasionado pela poluição para os indivíduos. O problema reside em que, como não há preços para a poluição, para as empresas nada custa poluir o ambiente, de forma que os indivíduos são forçados a consumir uma quantidade maior de poluição do que na solução eficiente. A resposta residiria, então, em induzir os preços faltantes, para que as empresas poluidoras pagassem por unidade de poluição gerada, sendo que essa taxa deveria corresponder ao dano marginal que a poluição causa à sociedade (Fisher *apud* Mueller, 1996, p. 268).

A indução desses preços seria papel do governo e a excessiva degradação ambiental em economias de mercado pode ser explicada, no âmbito da teoria neoclássica, exatamente em razão de que, via de regra, não existem preços para o uso privado da capacidade de assimilação da poluição pelo meio ambiente. Desta forma, nada custa aos agentes econômicos levar a cabo atividades poluidoras em níveis excessivos (Fisher; Peterson *apud* Mueller, 1996, p. 269). A indução de preços determinaria a internalização dos custos sociais da poluição,

fazendo com que as empresas poluidoras ajustassem seus preços e sua produção de forma a refletir, neste caso, os custos externos gerados.

Isto reflete duas das ideias básicas que compõem o pensamento neoclássico, quais sejam: (i) o princípio da valoração monetária dos bens e serviços ambientais, segundo o qual “toda externalidade, isto é, todo recurso ou serviço ambiental não incluído no mercado, pode receber uma valoração monetária convincente: estabelecer valor para o que o mercado não considera” e que isto é necessário para que os recursos e serviços ambientais não sejam utilizados de forma ineficiente, porque desprovidos de custo (Montibeller-Filho, 2001, p. 85-6); e (ii) a internalização de externalidades, o que significa levar em consideração os custos sociais (dentre eles os ambientais) no processo de produção e incluí-los nos custos privados, computando os custos (ou benefícios, no caso de externalidade positiva) ocultos e imputando-os a seu responsável econômico (Montibeller-Filho, 2001, p. 86).

Pearce e Turner explicam que, ainda que nem toda poluição, no sentido físico da palavra, equivale a poluição em termos econômicos, já que esta é uma externalidade e somente se verifica quando a poluição causada por um agente cause dano não compensado a outro. Ademais, explicam que, ainda naqueles casos em que exista poluição em termos econômicos, não necessariamente ela deva ser eliminada. Isto porque, em termos econômicos, pode-se chegar a um nível ótimo de poluição, que é aquele no qual o benefício marginal do agente poluidor se equipara ao custo da externalidade gerada, isto é, a perda de bem estar pela sociedade. O preço ótimo da poluição seria, então, igual ao custo social marginal que ela representa, chegando-se então a uma situação de ótimo de Pareto (Pearce; Turner, 1990, p. 61-4).

A teoria neoclássica dos recursos naturais, por sua vez, preocupa-se, basicamente, com responder as seguintes questões (Mueller, 1996, p. 271):

- (i) qual o padrão ótimo de uso de recursos naturais? O que deve guiar o emprego ótimo de tais recursos? Qual a taxa ótima de depleção de recursos não renováveis? e (ii) podem os recursos naturais estabelecer limites físicos ao crescimento econômico?

Como os recursos naturais renováveis e não renováveis têm características próprias, surgiram ramos distintos da teoria dos recursos naturais, que se ocupam de cada um deles em separado, e que serão sumariados a seguir.

Pode-se entender por recurso natural renovável aquele cuja característica essencial é a de não ter um estoque fixo e que, portanto, pode ser aumentado ou diminuído. O recurso

aumentará na medida em que se permita a seu estoque regenerar-se (Pearce; Turner, 1990, p. 241).

A função crescimento, que estabelece a relação entre o nível da população ou do estoque do recurso, e a taxa de crescimento da população ou do estoque do recurso no caso de não haver extração, é um dos elementos básicos desta teoria. A hipótese mais comumente usada é aquela segundo a qual o crescimento da população ou do estoque é função do seu nível, não sendo esta relação, contudo, monotônica: a taxa de crescimento aumenta com o nível da população ou do estoque, atinge um máximo e depois declina (Mueller, 1996, p. 272).

A partir da função crescimento pode-se estabelecer a extração máxima sustentável (EMS) do recurso, que corresponde ao maior nível possível de extração do recurso, mantendo-se constante o seu estoque. A ideia por detrás da determinação do EMS é a de que ela determina um nível que, sendo observado, permitirá a renovação dos estoques e, portanto, uma cadeia tendencialmente infinita de extrações (Pearce; Turner, 1990, p. 244).

O EMS não deve, contudo, ser usado como critério único para a exploração ótima de um recurso renovável, porque ele não traz em seu bojo considerações de ordem econômica, principalmente as que se referem ao custo de extração do recurso. A teoria usualmente considera que quanto maior a população ou o estoque, menor o custo, e quanto maior o esforço, ou seja, o uso de fatores e insumos na extração, maior o custo (Mueller, 1996, p. 272-3).

O nível ótimo de extração é determinado levando-se em consideração as funções de crescimento e o custo de extração, em conjunto, associados à demanda pelo recurso renovável. Novamente, a exploração excessiva de recursos se explica pelo fato de que ninguém é dono do estoque de recursos renováveis e há, portanto, livre acesso ao recurso. Uma empresa operando em um mercado competitivo, por exemplo, que nada paga pelo recurso em si, incorre somente no custo de extração. Ao maximizar seu lucro, estará explorando excessivamente o recurso. De novo entra em cena a figura do planejador, que agregaria aos custos das empresas exploradoras do recurso, o “custo de oportunidade do recurso que permanece em estoque após a extração”. Isto justificaria a intervenção do governo para induzir tais empresas a pagarem este custo de oportunidade, o que pode ser feito com impostos, com um sistema de licenças negociáveis ou com a imposição de restrições à extração e ao número de empresas que atuam na extração do recurso (Mueller, 1996, p. 273-4).

No que se refere à teoria dos recursos naturais não renováveis, seu principal objetivo é

analisar de que forma reservas conhecidas, dadas e fixas, de tais recursos podem ser manejadas de forma ótima, determinando assim as condições para que a depleção de tais recursos, no tempo, seja ótima (Mueller, 1996, p. 274).

Na teoria, à medida que o recurso vai sendo extraído, dada uma técnica de extração, o preço do recurso aumenta no tempo e continua a crescer até que, pelo fato de se tornar muito caro o recurso, seja eliminada sua demanda, ou até que se torne viável o uso de um substituto deste recurso que, no início, tinha custo muito alto para poder ser empregado (Pearce; Turner, 1990, p. 275).

O uso de recursos naturais não renováveis coloca um problema de justiça distributiva intergeracional, na medida em que por definição, “o uso no presente de qualquer parcela da disponibilidade de recurso não renovável implica menor disponibilidade no futuro” e isto lança por terra qualquer ideia de sustentabilidade (Mueller, 1996, p. 279). De acordo com a análise neoclássica, porém, a sustentabilidade é possível, desde que possibilidade de substituição entre o recurso e outros fatores de produção e que ocorra progresso tecnológico (Solow *apud* Mueller, 1996, p. 291).

Expostas as linhas gerais da análise econômica ambiental neoclássica, passa-se à crítica neoclássica ao uso do conceito de entropia.

A Crítica Neoclássica ao Uso da Lei de Entropia Aplicada à Economia

Dentre as muitas críticas de economistas neoclássicos ao uso da lei de entropia aplicada à economia destaca-se a de Young (Young, 1991). De acordo com este autor, “a lei da entropia não acresce nada que já não seja considerado nos modelos econômicos de crescimento econômico de longo prazo em relação à disponibilidade de recursos ambientais” (Young, 1991, p. 169).

Young pressupõe que a entropia é um princípio físico que se aplica somente a sistemas fechados e somente à energia, não à matéria. Sendo a Terra um sistema aberto, em relação à energia, uma vez que recebe energia do Sol, por exemplo, somente se aplicada à matéria é que a dissipação entrópica poderia determinar algum limite, no longo prazo, para a atividade econômica. Desta forma, o autor desafia os postulantes da lei de entropia como um constrangimento físico ao crescimento econômico a demonstrar que ela se aplica à matéria assim como à energia (Young, 1991, p. 169).

Quer dizer, Young argumenta ser necessário, antes, o desenvolvimento de um conceito válido de entropia de materiais e afirma que as tentativas já feitas de estendê-lo à matéria falharam em razão dos problemas associados com a definição de matéria disponível (Young,

1991, p. 179).

Esta afirmação coloca em cena a crença neoclássica na evolução tecnológica. Para Young, o conceito de matéria disponível não é puramente físico, mas sim antropomórfico, na medida em que varia com a evolução tecnológica (Young, 1991, p. 178). Quer dizer, uma vez que não se pode dizer, considerando o passar do tempo e a evolução tecnológica, definitivamente quais matérias estão e/ou estarão disponíveis, será difícil, ou até mesmo impossível, medir o grau de entropia do sistema, entendido como o grau de desorganização da matéria disponível. E não se podendo medir esse grau, não se pode dizer se é verdade ou não que a entropia pode impor uma escassez absoluta inescapável sobre a humanidade (Young, 1991, p. 178).

Concluindo, na visão de Young, se a lei de entropia se aplicar somente a questões de energia, ela falha, com relação à Terra, em razão de que a Terra é um sistema aberto, e não fechado. E se se quiser aplicar a lei de entropia também à matéria, há que se definir, antes, um conceito válido de entropia de materiais, levando em consideração as dificuldades que o progresso tecnológico acresce sobre a definição de matéria disponível.

Resposta à crítica de Young

Não muito depois de publicado, o artigo de Young acima referido foi alvo de críticas feitas por Daly, em artigo (Daly, 1992) publicado no mesmo periódico em que fora publicado o artigo de Young. Daly argumenta, em primeiro lugar, que a lei de entropia é constantemente utilizada pelos físicos em relação à matéria, pelo que seu uso, nesse sentido, aplicada à economia, não é uma mera analogia, como afirmou Young (Daly, 1992, p. 91).

Ademais, Daly diz não entender porque as afirmações de Young com relação ao caráter antropomórfico da lei de entropia aplicada à matéria não foram estendidas também aos casos de aplicação da lei à energia. Afinal, de acordo com Daly, “a energia não desaparece mais do que a matéria – ela também é dispersada e novas descobertas de energia concentrada podem mais do que compensar a degradação de energia causada pela atividade econômica em um dado ano” (Daly, 1992, p. 92).

Quer dizer, para Daly, as proposições de Young, se pretenderem ser coerentes, têm que ser aplicadas também à energia, e não somente à matéria, e desta forma estaria este último sugerindo, e teria que prová-lo, que a lei de entropia é falsa também em sua formulação clássica para a energia (Daly, 1992, p. 91).

De acordo com Daly, a descoberta de uma nova fonte de matéria ou energia de baixa entropia requer seja feita uma nova descrição do sistema, levando em conta o dado que antes

não existia, qual seja, a descoberta de fonte de baixa entropia. Que esta descoberta, na média, diminua o grau de entropia do sistema, “não significa que o processo econômico não é entrópico ou mesmo que tal conhecimento seja antientrópico – somente significa que a descrição do estoque inicial de materiais de baixa entropia estava incompleto à luz do novo conhecimento” (Daly, 1992, p. 92).

Por outro lado, o autor lembra que novos conhecimentos não necessariamente aumentam o estoque de matéria e/ou energia disponíveis; dá como exemplo as descobertas relativas ao efeito estufa, conhecimento que, de certa forma, diminuiu a disponibilidade de combustíveis fósseis em razão de que deixou a descoberto o fato de que a capacidade do ecossistema de absorver monóxido de carbono é menor do que se pensava (Daly, 1992, p. 92).

O ponto central, contudo, da crítica feita por Daly à crítica feita previamente por Young reside na diferença, que este último parece ignorar, entre encontrar um novo uso para uma nova fonte de baixa entropia e encontrar um novo uso para os restos de alta entropia de velhos recursos que se encontram dissipados. No caso destes últimos, afirma Daly, para que sejam reciclados, é necessária uma quantidade enorme de energia e outros materiais. Este fato físico determina um limite econômico à transformação de resíduos de alta entropia em matéria/energia novamente disponível. “Este aspecto econômico da lei de entropia [...] não significa que a entropia está sujeita à tecnologia. A tecnologia permanece sujeita à entropia” (Daly, 1992, p. 93).

Para Daly, as economias são estruturas sujeitas à decadência entrópica que, no entanto, conseguem manter certo grau de ordem interna às custas da imposição de uma desordem maior a seu meio ambiente. Na medida em que as economias importam matérias e/ou energia (*inputs*) de baixa entropia (extraídas de fontes ambientais finitas) e devolvem ao meio ambiente matérias e/ou energia (*outputs*) de alta entropia (para depósitos ambientais também finitos), este fluxo é entrópico nos dois sentidos (Daly, 1992, p. 94).

A lei de entropia é de suprema relevância porque ela diz que depósitos não podem servir como fontes. A escassez absoluta resulta da combinação da primeira e da segunda leis da termodinâmica, não de qualquer delas sozinha. Se fontes e depósitos fossem infinitos (ou pudessem ser criados e destruídos), então não importaria que o fluxo entre eles fosse entrópico e irreversível; se fontes e depósitos fossem finitos mas não existisse a lei de entropia, então poderíamos transformar depósitos em fontes, reciclar tudo e queimar o mesmo galão de combustível repetidamente. À luz destes fatos básicos é

difícil entender como alguém pode argumentar que a lei de entropia não é relevante para a escassez de recursos (Daly, 1992, p. 94).

Em suma, Daly reafirma a importância da lei de entropia para a compreensão econômica do problema colocado pela escassez de recursos, ao salientar que depósitos de matérias e energia, ou seja, aqueles espaços para onde são direcionados os rejeitos da atividade produtiva, não se transformam em fontes das mesmas matérias e energia para um novo ciclo do processo produtivo. Neste sentido, é necessário que o primeiro uso feito pelo sistema produtivo de matéria e energia dadas seja um uso eficiente, no sentido de que se extraia o máximo de produto, gerando o mínimo de rejeitos.

A Crítica de Mueller à Escola Neoclássica

O ponto central da crítica de Mueller reside em que, segundo ele, a economia ambiental neoclássica está basicamente voltada para os problemas do Primeiro Mundo e que isto transparece em duas características do pensamento neoclássico, a saber: (i) forte primazia dada à análise de problemas de poluição; e (ii) otimismo emanado das discussões sobre as limitações dos recursos naturais ao crescimento econômico. Estes são pontos que, segundo Mueller, atingem o âmago do critério da sustentabilidade (Mueller, 1996, p. 280).

No que tange ao primeiro aspecto, o problema reside no otimismo da teoria neoclássica de que é possível, com base em mecanismos de mercado, “atingir um nível de poluição que seja ótimo do ponto de vista da preferência dos indivíduos em sociedade, e que não cause danos irreparáveis ao ecossistema”, por meio da internalização dos custos ambientais pelas empresas poluidoras. Tal internalização pode ser feita, por exemplo, por meio da imposição de tributos ou por meio da negociação de licenças para poluir (Mueller, 1996, p. 280).

De acordo com Montibeller-Filho, a imposição de tributos e a negociação de licenças para poluir são dois modos possíveis de utilização do princípio do poluidor pagador, que se relaciona com a já mencionada internalização de externalidades. Uma terceira hipótese de uso do princípio é fazer com que o próprio poluidor despolua (Montibeller-Filho, 2001, p. 87 e 91). A negociação de créditos de carbono, nos termos do Protocolo de Quioto, é um bom exemplo de aplicação na prática da propensão neoclássica à monetarização da degradação ambiental, na medida em que cria um mercado no qual são negociadas as cotas de poluição que cada Estado Parte no Protocolo pode produzir e também do princípio do poluidor

pagador.³

O grande problema desta abordagem, de acordo com Mueller, é que não entra na discussão a respeito de ser ou não sustentável, em termos ambientais, o nível de poluição considerado ótimo em termos econômicos (Mueller, 1996, p. 281). O raciocínio neoclássico se reflete, por exemplo, em manuais de microeconomia que, ao tratarem de economia ambiental e do problema da poluição, afirmam que ampliar a despoluição além do nível ótimo desperdiçaria recursos, pois reduções adicionais da poluição custam mais do que valem.

Tais afirmações revelam, de acordo com Mueller, a “[...] visão simplista da análise ambiental neoclássica sobre o funcionamento do ecossistema”, tomado como espaço neutro que pode ser poluído em grau maior ou menor, sendo perfeitamente previsíveis as reações à poluição e reversíveis suas consequências. Ademais, a análise neoclássica “não reconhece o fato de que, mesmo que a poluição ótima seja atingida e se estabilize em um dado nível, poderão ser necessários muitos anos antes que o ecossistema atinja um equilíbrio, e que esse equilíbrio pode significar condições de vida difíceis para a humanidade” (Mueller, 1996, p. 281).

Outros aspectos da crítica de Mueller referem-se (i) à incerteza que ainda cerca as consequências de longo prazo da poluição, o que impede que sejam traduzidas em probabilidades e depois monetarizadas pela análise, e (ii) à hipótese neoclássica, bastante duvidosa, de que os indivíduos têm efetivamente a capacidade de avaliar e calcular adequadamente as consequências das escolhas que fizerem com respeito à determinação de níveis ótimos de poluição (Mueller, 1996, p. 282).⁴

Em razão disto, Mueller conclui que os economistas neoclássicos supõem, em suas

³ O artigo 6 do Protocolo é que estabelece o mercado de créditos de carbono, nos seguintes termos: 1. A fim de cumprir os compromissos assumidos sob o Artigo 3, qualquer Parte incluída no Anexo I pode transferir para ou adquirir de qualquer outra dessas Partes unidades de redução de emissões resultantes de projetos visando a redução das emissões antrópicas por fontes ou o aumento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa em qualquer setor da economia, desde que: (a) O projeto tenha a aprovação das Partes envolvidas; (b) O projeto promova uma redução das emissões por fontes ou um aumento das remoções por sumidouros que sejam adicionais aos que ocorreriam na sua ausência; (c) A Parte não adquira nenhuma unidade de redução de emissões se não estiver em conformidade com suas obrigações assumidas sob os Artigos 5 e 7; e (d) A aquisição de unidades de redução de emissões seja suplementar às ações domésticas realizadas com o fim de cumprir os compromissos previstos no Artigo 3.

⁴ O autor dá nesta passagem o seguinte exemplo: como poderia um indivíduo calcular o *quantum* de compensação a ser por ele exigida pelo aumento do risco de contrair câncer ocasionado pelo aumento dos níveis de poluição? Outro exemplo de negociação tendente a determinar níveis ótimos de poluição, em termos neoclássicos, é fornecido por Montibeller-Filho, 2001, p. 88: “A parte afetada pelo dano ambiental – por exemplo, uma comunidade cujas águas de um rio que a banha são poluídas pela atividade da empresa – estabelecerá valores com os quais deva ser compensada para suportar diferentes níveis de poluição. A empresa considerará o custo externo marginal, isto é, o quanto terá de assumir de custo adicional para uma unidade acrescida em sua escala produtiva. A negociação entre as partes levará a um nível de poluição aceito por ambas: a coletividade, compensada pelo dano; a empresa, estabelecendo sua escala de produção – e o nível de poluição ‘ótimo’”.

análises, que as atividades potencialmente poluidoras seguirão sendo concentradas nos Estados do Primeiro Mundo e assim o fenômeno poderá ser mantido sob controle, já que não acontecerá em todas as partes do globo. Portanto, diz ele,

é inescapável, assim, a conclusão de que, com sua hipótese de meio ambiente passivo e com seu otimismo em face do desenvolvimento tecnológico, a economia ambiental neoclássica está implicitamente supondo a manutenção do *statu quo* – a expansão industrial deve continuar restrita principalmente aos es industrializados e poucos recém-chegados (os “novos es industrializados”). Com isso, a poluição pode ser mantida sob controle, e os instrumentos de política apoiados no funcionamento do mercado podem dar sustentação ao paradigma da poluição ótima (Mueller, 1996, p. 285).

No que tange ao segundo aspecto, o otimismo neoclássico em face da escassez de recursos naturais não renováveis, Mueller aponta para estudos que começaram a surgir na década de 1970, entre economistas neoclássicos, refletindo acerca da possibilidade de, numa perspectiva temporal longa, se chegar à beira de uma catástrofe em razão de limitações relacionadas com a (in)disponibilidade de recursos naturais. Duas linhas de estudos ganharam importância: os estudos empíricos e os de cunho teórico (Mueller, 1996, p. 285-6).

No que se refere à análise empírica, de acordo com Mueller, ela assumiu a hipótese de que indicadores das condições de mercado (preço, custo unitário de extração e custo unitário de exploração) dos principais recursos naturais não renováveis refletiriam, ao longo do tempo, a escassez, ou a não escassez, desses mesmos recursos, e assim examinou a tendência no tempo de tais indicadores. As hipóteses básicas eram de que tendência ascendente dos indicadores apontaria para crescente escassez dos recursos e as conclusões encontradas foram no sentido de tal tendência não se manifestara no decorrer do século XX (Mueller, 1996, p. 287-90).

O uso de tais indicadores não é crível, de acordo com Mueller, em primeiro lugar porque os modelos usados nas análises empíricas assumem a existência de um mercado competitivo para os recursos naturais não renováveis, o que não é o caso (Mueller, 1996, p. 288); também, no caso da utilização do custo unitário de extração, porque as análises não levaram em conta o custo da energia necessária à extração, o que vem crescendo (Mueller, 1996, p. 289-90); e, no que se refere ao uso do custo unitário de exploração, porque sua tendência pode refletir mudanças tecnológicas, em vez de uma maior escassez ou abundância

do recurso (Mueller, 1996, p. 290).

Em suma, no entender de Mueller, para que haja desenvolvimento sustentável, faz-se necessário que os Estados em desenvolvimento reduzam de maneira pronunciada suas taxas de crescimento populacional e que os Estados desenvolvidos, limitem também de forma pronunciada seu consumo de energia *per capita*, ao mesmo tempo em que transferem tecnologia poupadora de energia aos Estados em desenvolvimento (Mueller, 1996, p. 298).

Do contrário, somente a manutenção do *statu quo*, ou seja, a manutenção das brutais diferenças entre o mundo desenvolvido e o mundo em desenvolvimento, impediria que o aumento nos requerimentos de recursos naturais e de energia, bem como o aumento da pressão sobre a capacidade de assimilação de rejeitos do meio ambiente, aumentassem grandemente. E isto é o que, segundo Mueller, assumem tacitamente os economistas neoclássicos (Mueller, 1996, p. 296).

A Economia Ecológica

Muito embora preocupações no sentido de aproximar a ecologia da economia datem ainda da década de 1960, foi somente no início dos anos de 1980 que os primeiros esforços mais ou menos concertados para aproximar os dois ramos do conhecimento tomaram forma. Em 1982 aconteceu, na Suécia, um simpósio denominado *Integrating Ecology and Economics*, reunindo então quarenta e oito participantes, entre ecologistas e economistas.

Uma das conclusões extraídas deste simpósio foi a de que a distância entre ecologistas e economistas havia se tornado bastante grande, muito embora se admitisse que as características individuais dos ecologistas (em sua maioria ecossistêmicos) e dos economistas (em sua maioria pertencentes ao *mainstream* da análise econômica ambiental, ou seja, neoclássicos) tenham contribuído para a polarização de pontos de vista.

Em 1987 foi realizado um segundo simpósio, em Barcelona, e um terceiro foi realizado em La Valetta, Malta, em 1988. Nestes encontros é que foi gestada a idéia de criação da *International Society for Ecological Economics* (ISEE), com sede nos Estados Unidos, além de outras, relacionadas com a criação de periódicos acadêmicos voltados exclusivamente para o novo campo que se criava, a economia ecológica.

Pretendendo, pois, integrar conceitos da ecologia às considerações econômicas, a economia ecológica tem por princípio que, se forem consideradas escalas de tempo e espaço mais amplas, as condições do mundo biofísico, sobre o qual as atividades do sistema econômico se realizam, devem ser levadas em conta, já que é deste mundo biofísico que o sistema econômico retira matéria e energia necessárias ao seu funcionamento (Røpke, 2003,

p. 5).

A análise do sistema econômico que não leva em consideração seu substrato biofísico é, assim, considerada incompleta e a falta de preocupação com o mundo biofísico, demonstrada nos modelos de análise econômica convencionais (neoclássicos) é um dos principais pontos da crítica da economia ecológica e uma de suas grandes motivações.

Assim, é a economia ecológica uma corrente de pensamento que está inserida em outra mais abrangente, a ecologia humana, que se dedica a adaptar os princípios e conceitos da ecologia (geral) aos estudos que visam à inter-relação entre o ser humano e o meio ambiente (Montibeller-Filho, 2001, p. 115). Dentro desta visão, cabe esclarecer alguns conceitos operacionais da ecologia humana que interessam ao campo da economia ecológica.

O primeiro destes conceitos é o de geossistema, que corresponde a uma síntese geográfica: é a análise integradora do natural ao humano na síntese geográfica, e que não deve ser confundido com ecossistema, que corresponde a uma síntese biológica.

O segundo conceito relevante é o de capacidade de suporte populacional. Relacionado a um ecossistema, ou seja, em sua utilização na ecologia geral, a capacidade de suporte populacional relaciona-se com a quantidade, ou montante, de população que um ecossistema é capaz de suportar, mantendo sua posição de equilíbrio (Montibeller-Filho, 2001, p. 113).

Transpondo a mesma noção a um geossistema, ou seja, levando em conta também a população humana em um determinado espaço e as relações por ela engendradas, a análise deve ser feita levando em consideração os aspectos culturais característicos do ser humano. Entra em cena aqui a distinção que deve ser feita entre consumo endossomático e exossomático.

O consumo endossomático corresponde àquele destinado a suprir as necessidades básicas ou naturais e é o único tipo de consumo que se registra no âmbito de ecossistemas naturais. Já o consumo exossomático é o consumo extra, que se relaciona com os valores culturais da vida humana e “define-se em função do modo de produção e consumo e das relações e valores sociais que se estabelecem, refletindo um modo de vida”, justamente porque o limite para o consumo exossomático, ao contrário do primeiro, não está determinado geneticamente (Montibeller-Filho, 2001, p. 120).

Desta forma, quando se quer avaliar a capacidade de suporte de um determinado ecossistema, há que pensar em termos de geossistema, ou seja, há que se levar em consideração que tipo de sociedade humana está estabelecida e interagindo com o ecossistema em questão. E isto é válido tanto da perspectiva do uso excessivo de recursos, quanto da perspectiva da geração excessiva de rejeitos (Montibeller-Filho, 2001, p. 121-2).

Note-se que estudos relativos aos padrões de consumo e seu impacto ambiental, no âmbito da economia ecológica, não detinham muita visibilidade até meados dos anos de 1990, muito embora as razões para a preocupação com os padrões de consumo das sociedades possam ser encontradas nos fundamentos básicos da economia ecológica (Røpke, 2003, p. 5).

A ideia de que o problema da pobreza em termos globais possa ser solucionado por meio de um crescimento econômico contínuo não é vista como verdadeira solução pela economia ecológica, em razão da já mencionada desconfiança de que possam existir limites físicos (ambientais) a esse crescimento. A resposta para o problema passa, então, pela reformulação dos padrões de consumo das sociedades mais ricas, mesmo considerando-se os possíveis progressos tecnológicos (Røpke, 2003, p. 5).⁵

Este conceito de capacidade de suporte populacional tem, no dizer de Montibeller-Filho, um correspondente no campo da economia ecológica que é exatamente a noção de desenvolvimento sustentável. A noção de desenvolvimento sustentável é, para a economia ecológica, e segundo o mesmo autor, “a resposta à crise ambiental gerada pelo paradigma economicista e excludente, atualmente dominante” em função de que traz consigo a necessidade de que os valores sociais e pessoais sejam redefinidos: passa-se a dar primazia à satisfação das necessidades básicas (consumo endossomático) da geração presente e das futuras, o que impõe a preservação de recursos ambientais e a limitação do consumo material (Montibeller-Filho, 2001, p. 122-4).

Pela mudança de valores implícita na noção de desenvolvimento sustentável, um mesmo geossistema pode suportar uma carga populacional maior do que a que seria possível se mantidos altos níveis de consumo exossomático. Desta forma, “o desenvolvimento sustentável surge para a economia ambiental como o paradigma capaz de dar conta da qualidade de vida da população, sem comprometimento ambiental” (Montibeller-Filho, 2001, p. 123).

De acordo com Røpke, o Relatório Bruntland representou um ponto de virada no que se refere à importância das questões relativas aos padrões de consumo e à necessidade de que estes também, e não só os padrões de produção, como vinha sendo até então, se enquadrassem em critérios de sustentabilidade. Pela Agenda 21, resultante da Rio-92, se afirmou que os Estados ricos deveriam tomar a liderança nos esforços para se atingir consumo e produção sustentáveis o que serviu, pelo menos, para trazer as questões relativas aos padrões de

⁵ A ideia de que é necessária uma readaptação dos padrões de consumo das sociedades mais afluentes, aliada a progresso tecnológico que determine maior eficiência no uso de recursos e menor geração de rejeitos, para que os padrões de consumo das sociedades mais pobres possam melhorar, é manifestada em diversas ocasiões no texto.

consumo para dentro das discussões de sustentabilidade (Røpke, 2003, p. 3).

Nesse sentido, a questão central de uma política econômica ecológica é não aumentar a entropia do sistema, o que se pode conseguir por meio da adequação da produção econômica à disponibilidade de recursos energéticos (Montibeller-Filho, 2001, p. 126).

A importância atribuída aos fluxos e balanços de materiais e energia no meio ambiente é um dos pontos centrais e unificadores do discurso ecoeconômico, de forma que as duas leis da termodinâmica, já apresentadas anteriormente, Lei de Conservação (Primeira Lei) e Lei de Entropia (Segunda Lei), figuram proeminentemente no âmbito da economia ecológica.

Ao lado das duas leis da termodinâmica, tanto em termos de importância para o discurso ecoeconômico, quanto pelo fato de serem ideias complementares, Baumgärtner *et alli* inserem o conceito de produção conjunta. Por produção conjunta querem os autores evocar o fato de que a produção de bens desejados dá lugar à produção, também, de resultados não desejados (negativos), que podem ser deletérios para o meio ambiente (Baumgärtner *et alli*, 2003, p. 1).

Descrevendo-se o processo de produção como um processo de transformação de *inputs* em *outputs*, sendo cada em deles caracterizado por sua massa e seu nível de entropia, pode-se dizer então que todo processo de produção é um processo de produção conjunta do qual resulta necessariamente mais de um tipo de *output*: um bem (desejado) de baixa entropia e rejeitos (não-desejados) de alta entropia (Baumgärtner *et alli*, 2003, p. 2). Vale lembrar que, com isso, não pretendem os autores reinventar ou re-fundar os princípios termodinâmicos da Economia Ecológica; querem, tão somente, esclarecer e tornar mais acessível, em termos de ser mais facilmente compreensível, a noção de entropia, tão central para o pensamento ecoeconômico (Baumgärtner *et alli*, 2003, p. 8).

Esta atenção dada às bases biofísicas do sistema econômico não se reflete, contudo, em uma posição generalizada, no seio da Economia Ecológica, de arautos da catástrofe. Quer dizer, em que pese a aceitação da hipótese de que o meio ambiente pode oferecer um limite ao crescimento econômico, em razão da escassez de recursos e da capacidade finita de absorção de rejeitos, para os ecoeconomistas, via de regra, isto não se coloca como algo inevitável.⁶ A Economia Ecológica situa-se, pois, no meio do caminho entre aqueles que enxergam os limites ambientais ao crescimento econômico como iminentes e intransponíveis, e aqueles que não se preocupam com este tema, porque creem em demasia nas promessas do progresso

⁶ Em sentido contrário, ver Røpke, 2003, p. 5: “The researchers who gathered in ecological economics agreed that the scale of the economy was now so large that nature's basic life support systems for humans are threatened. In other words, there are limits to the material growth of the economy, and these limits have already been reached or exceeded.”

tecnológico.

Especificamente no que se refere às possibilidades que traz consigo o progresso tecnológico, em geral, o posicionamento dos ecoeconomistas é no sentido de não descartá-lo como uma fonte de superação de limitações naturais, por meio do aumento da eficiência no uso de recursos naturais, bem como pela substituição de recursos exauríveis por outros, renováveis, nos processos produtivos. Por outro lado, não partilham de qualquer otimismo tecnológico, que leva à desconsideração dos problemas ambientais como algo menor, que sempre poderá ser superado pela tecnologia. Em razão disso, reconhecem que o próprio progresso tecnológico somente se dá dentro de certos limites fisicamente possíveis.

Desta forma, a economia ecológica não se posiciona, aprioristicamente, quanto à existência ou não de limites ambientais ao crescimento econômico; adota, isto sim, uma postura de prudência, buscando exatamente delimitar a partir de qual estágio de desenvolvimento e de produção e consumo as atividades econômicas da sociedade podem se ver limitadas por restrições ambientais.

Por outro lado, as críticas da economia ecológica à economia ambiental neoclássica fundamentam-se basicamente nas mesmas questões em que se fundamentam as críticas já apresentadas pela economia da sobrevivência: (i) a alocação de recursos de acordo com os preços de mercado leva a uma situação de irracionalidade ecológica tal como se vive hoje. A alocação de recursos, para ser ecologicamente correta, deveria ser feita de acordo com os fluxos energéticos (Montibeller-Filho, 2001, p. 126); e (ii) a tendência à “precificação”, entendida como atribuição de valores monetários, das relações entre o meio ambiente e o ser humano tampouco é crível em razão de que existem uma série de relações que não se prestam a tal precificação, por exemplo, as trocas materiais e energéticas entre a economia e o ambiente, em um processo no qual os recursos entram no sistema econômico como bens gratuitos líquidos e são devolvidos ao ambiente na forma de custos líquidos; ou a importância da biodiversidade para a estabilidade biogeoquímica global e para utilização direta pelo ser humano.

Em suma, a economia ecológica representa uma atualização, em certo sentido, do pensamento econômico da sobrevivência, influenciado pelo conceito de desenvolvimento sustentável surgido no final dos anos de 1980. Ela propugna por uma reavaliação dos padrões de produção e consumo atuais, como forma de manter a viabilidade do próprio sistema produtivo, que não pode existir sem seu substrato biofísico, o meio ambiente. A lei de entropia integra o pensamento ecoeconômico, como elemento balizador das relações de produção e consumo: elas não podem, ou pelo menos não devem, aumentar a entropia do

sistema.

Conclusão

Este artigo demonstrou que a exploração dos recursos naturais pelo ser humano evoluiu, no curso da história, proporcionalmente ao avanço tecnológico alcançado em nome da atividade econômica. Este fenômeno alcançou consequências alarmantes para o meio ambiente em razão da concorrência por mercados, tanto no setor de *commodities*, como, em um segundo momento, também no setor industrial, inerente ao sistema capitalista. A concorrência por mercados determina que uma vez que uma determinada tecnologia tivesse sido tornada comum, ou seja, acessível a uma gama razoável de produtores, se fazia necessário, para a manutenção das taxas de lucro ou da liderança e hegemonia do mercado, que outra, nova, fosse desenvolvida.

Resultou, também, da explanação feita anteriormente dos ramos da teoria econômica conhecidos como economia da sobrevivência e economia ecológica, que a economia consiste em um subsistema, contido em outro maior, conformado pelo meio ambiente. Os processos produtivos que acontecem no âmbito do subsistema econômico, por sua vez, dependem diretamente de um substrato biofísico, fornecido pelo meio ambiente, de onde retiram a matéria e a energia que são transformadas em produtos.

A constatação de que, fisicamente, a produção, e por consequência, o moderno sistema de produção e circulação de mercadorias, dependem da existência do meio ambiente, por si só, já seria suficiente para despertar interesses bem fundados na defesa deste último. Levando-se em conta, porém, os estudos que vêm sendo realizados desde os anos de 1970, iniciados por Georgescu-Roegen e continuados por outros autores, concernentes às relações entre a economia, o ambiente e as leis da termodinâmica, o panorama se torna um pouco mais preocupante.

De fato, de acordo com as ideias lançadas por Georgescu-Roegen, o processo produtivo não só necessita de matéria e energia (*inputs* ou recursos) do meio ambiente, como necessita de matéria e energia de baixa entropia, ou seja, que não se encontrem em grau elevado de desorganização. Em contrapartida, contudo, o processo produtivo devolve ao ambiente, além dos produtos desejados, rejeitos de alta entropia, num processo de produção conjunta.

Desconsiderando as possibilidades de evolução tecnológica, por meio da qual se pode atingir graus mais elevados de eficiência no processo produtivo, desperdiçando menor quantidade de recursos e gerando menor quantidade de rejeitos, e mesmo porque a extensão e

a abrangência da evolução tecnológica, que se projeta para o futuro, são, hoje, uma incógnita, pode-se vislumbrar um cenário desfavorável para o meio ambiente.

Por outro lado, ainda que se tempere este pessimismo, não restam dúvidas de que se faz necessária uma reorganização da relação entre a parte (sistema econômico) e o todo (meio ambiente). É levando-se em consideração esta relação de parte-todo que se constrói a premissa na qual se baseia este trabalho: o moderno Sistema Multilateral do Comércio não pode sobreviver sem seu substrato biofísico; assim sendo, e dados os níveis atuais de degradação ambiental, há que se buscar algumas modificações na relação entre comércio e meio ambiente; uma das modificações possíveis é a reordenação do relacionamento entre a ONU, que cumpre funções de gerenciar e secretariar significativo número de acordos ambientais multilaterais (MEAs, na sigla em inglês), e a OMC, que gerencia o Sistema Multilateral do Comércio e que dispõe, como grande diferencial entre outras organizações internacionais, de um sistema de solução de controvérsias ativo e de inigualável eficiência.

A justificação desta premissa reside na inexorabilidade dos efeitos da lei de entropia: ainda que não se despreze, coisa que não se faz, a possibilidade de evolução tecnológica capaz de melhorar a relação entre comércio (e produção em geral), e meio ambiente, não se partilha do otimismo neoclássico. Sua crença quase inabalável em que futuras tecnologias possam contornar, sem maiores problemas, os efeitos deletérios derivados do aumento do grau de entropia global, ou seja, do grau de desordem do sistema global, com a consequente diminuição dos níveis de recursos disponíveis para uso econômico, não é passível de ser referendada.

A escola da economia ecológica, como já se demonstrou, apresenta propostas viáveis para o futuro, que partem desde conscientização ecológica, chegando até vantagens financeiras para empresas que adotem postura ecologicamente correta. Em verdade, tais posições difundidas paulatinamente desde a década de 1970, têm criado um importante “mercado verde”, que hoje não é desconsiderado por nenhum grande grupo empresarial. A grande difusão do “selo verde”, o ISO 14000 é uma prova cabal do acima referido.

Desta forma, adotando-se o pensamento ecoeconômico, pretende-se demonstrar que, no que se refere ao futuro da proteção ambiental e de sua relação com o comércio internacional (i) ou se adotam medidas coercitivas de caráter bastante sério no sentido de que tanto as disposições contidas nos MEAs existentes, quanto as inseridas em futuros acordos negociados, revistam-se de caráter coercitivo e que possam, de fato, ser exigidas, (ii) ou cálculos de oportunidade de cunho bastante egoísta e individualista, do tipo que já se conhece, deitarão por terra as possibilidades de que se construa um verdadeiro sistema de proteção

internacional do meio ambiente.

Ora, nestes dias, o melhor exemplo disponível de solução internacional de controvérsias com alto grau de efetividade é o da OMC. Há que se realizar, então, um esforço de adaptação: a OMC deve enxergar as controvérsias em matéria de comércio e meio ambiente pela ótica da economia ecológica e, especialmente, da lei de entropia. Desta forma, longe de estar trazendo ao seu interior questões que fogem a sua competência original, estará trazendo questões que se colocam como fundamentais para a manutenção futura do Sistema Multilateral do Comércio e da economia mundial em si.

Em suma, este trabalho não pretende de modo algum, “reinventar a roda”, ou seja, culpar o sistema de produção capitalista por todos os males existentes no planeta. Apenas, o que se defende é a regulação internacional da relação comércio-meio ambiente, partindo da premissa que para continuar havendo comércio deve continuar havendo insumos, e portanto, meio ambiente.

Em consequência, esta regulação internacional deve estar revestida de cogência suficiente para fornecer soluções ao problema, o que não será possível sem um sistema de soluções de controvérsias que efetivamente funcione. Isto tudo, não somente em nome da proteção ambiental, mas, também, em nome do próprio mercado e do avanço tecnológico.

Referências

BAUMGÄRTNER, Stefan *et alli*. Joint Production. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS. **Internet Encyclopaedia of International Economics**. 2003. Disponível em: <http://www.ecoeco.org/publica/encyc_entries/Jointprod.pdf>. Acesso em: 03 junho 2015.

BAUMOL, William J. OATES, Wallace E. **The theory of environmental policy**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

BOULDING, Kenneth. The Economics of the coming spaceship earth. In: DALY, Herman E. **Economics, Ecology, Ethics: essays towards a steady-state economy**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980. p. 253-263.

DALY, Herman E. Is the Entropy Law Relevant to the Economics of Natural Resource Scarcity? Yes, of Course It Is! **Journal of Environmental Economics and Management**,

vol. 32, p. 91-5. 1992.

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

_____. Selections from “Energy and economic myths”. In: DALY, Herman E. **Economics, Ecology, Ethics: essays towards a steady-state economy**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980. p. 61-81.

MONTIBELLER-FILHO, Alberto. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável**. Florianópolis, Editora da UFSC, 2001.

MUELLER, Charles. Economia e Meio Ambiente na Perspectiva do Mundo Industrializado: uma avaliação da economia ambiental neoclássica, **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 261-304. mai-ago/1996.

_____. Economia, Entropia e Sustentabilidade: abordagem e visões de futuro da Economia da Sobrevivência. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 513-50. out-dez/1999.

PEARCE, David W. TURNER, R. Kerry. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.

RØPKE, Inge. Consumption in ecological economics. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS. **Internet Encyclopaedia of International Economics**. 2003. Disponível em: <http://www.ecoeco.org/publica/encyc_entries/Consumption%20in%20EE.pdf>. Acesso em: 02 julho 2015.

YOUNG, Jeffrey T. Is the entropy law relevant to the economics of natural resources scarcity? In: **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 21, 1991.