

ISSN 0103-9466

EE T

Texto

para discussão

195

**Desenvolvimento sustentável:
uma perspectiva econômico-
ecológica**

Ademar Ribeiro Romeiro

Out. 2011

Instituto de Economia
UNICAMP



Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica

Ademar Ribeiro Romeiro ¹

Resumo

O objetivo do trabalho é oferecer uma definição de desenvolvimento sustentável de uma perspectiva econômico-ecológica. Para tanto foram analisadas inicialmente as condições históricas da formulação e a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, de suas origens como **ecodesenvolvimento** até sua nova apresentação como **economia verde**. Em seguida, foram avaliadas as premissas do conceito de **sustentabilidade fraca** que permite a economia ambiental neoclássica desconsiderar a realidade natural em suas formulações de políticas ambientais. Por sua vez, a análise dos fundamentos teóricos da economia ecológica possibilitou chegar a uma definição de **sustentabilidade estritamente ecológica**, condição necessária para a definição de desenvolvimento sustentável proposta. Finalmente, são analisados os problemas para atingir o crescimento zero sem gerar uma crise e para mudar as expectativas de consumo em sociedades de consumo. Uma definição sucinta de desenvolvimento sustentável é, então, proposta.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Sustentabilidade ecológica; Equilíbrio termodinâmico; Crescimento zero; Estado estacionário.

Abstract

This paper offers a definition of sustainable development in an ecological economics perspective. For this it begins with a historical analysis of the sustainable development concept from its origins as **ecodevelopment** to its present formulation as **green economy**. It follows an assessment of the **weak sustainability** concept premises which allows for the neoclassical environmental economics not to take into full account the natural reality in its environmental policies proposals. The analysis of the ecological economics theoretical foundations, in turn, has made it possible to conceive a **strictly ecological definition of sustainability**, a necessary condition for the sustainable development definition proposed. Finally, the paper deals with the problem of slowing down the economy to zero growth without causing a crisis and the problem of changing the consumption expectations in consumption societies. A definition of sustainable development is then proposed.

Keywords: Sustainable development; Ecological sustainability; Thermodynamic equilibrium; Zero growth; Steady-State.

Introdução

O objetivo deste trabalho é oferecer uma definição de desenvolvimento sustentável de uma perspectiva econômico-ecológica. Desde que surgiu nos anos 70, com o nome de ecodesenvolvimento, sua definição mais precisa tem sido objeto de controvérsias (Veiga, 2005). Para ser sustentável o desenvolvimento deve ser

(1) Professor Titular do Instituto de Economia da Unicamp.

economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou includente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado). Os dois primeiros critérios estavam presentes no debate sobre desenvolvimento econômico que se abre no pós-guerra. O terceiro é novo. Os temas crescimento econômico sustentado e crescimento econômico excludente opunham a corrente “main-stream” neoclássica às correntes heterodoxas, marxistas e estruturalistas. Para a primeira o crescimento econômico sustentado² estava aberto como possibilidade a todos os países, sendo uma condição necessária e suficiente para a inclusão social. Para a segunda, ao contrário, o crescimento econômico e seus benefícios eram para poucos, os países capitalistas centrais. Marxistas e estruturalistas discordavam entre si, entretanto, em relação às causas do fato. Todos rejeitaram, no entanto, a idéia de limites ambientais ao crescimento tal como proposta pelo Clube de Roma.

O critério ambiental proposto pelos ecodesenvolvimentistas era aceitável para estas correntes, mas a forma como estes o integraram com os demais critérios os colocou numa posição singular neste debate. O objetivo da segunda seção deste trabalho foi de analisar esta trajetória de formulação e evolução do conceito de ecodesenvolvimento. Por suas premissas e proposições os ecodesenvolvimentistas assumiram uma posição única em relação às demais correntes em debate: partilhavam com todas a rejeição à idéia de crescimento zero; mas se diferenciavam de cada uma: em relação ao “main stream” por sua preocupação com perdas ambientais potencialmente importantes e com a pobreza e concentração de renda; em relação às correntes marxistas-estruturalistas por suporem que a situação dos países pobres resultava de fatores preponderantemente endógenos.

A emergência da problemática do aquecimento global nos anos 90 teve um impacto importante no debate sobre desenvolvimento sustentável em dois aspectos fundamentais: o problema do tratamento do risco ambiental e, novamente, a questão do “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente. Em relação ao primeiro aspecto, a noção de prudência cede lugar ao conceito mais adequado e preciso de Precaução, elevado à condição de princípio – adotado formalmente na Conferência Rio 92. A questão da incerteza ecossistêmica no caso do aquecimento global e seu enfrentamento com base no Princípio da Precaução (como propôs o Protocolo de Kyoto) põem em evidência o segundo aspecto mencionado, uma vez que a redução rápida do nível de emissões tem alto custo. Embora os ecodesenvolvimentistas não negassem a existência de algum tipo de “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente, a premissa era a de que este seria negligenciável desde que se adotasse o conjunto de políticas propostas.

(2) Por crescimento sustentado se entende um processo de crescimento de longo prazo que resulta de um círculo virtuoso de poupança e investimento que amplia o emprego e a renda os quais, por sua vez, ampliam as oportunidades de novos investimentos.

O conceito de desenvolvimento sustentável em sua roupagem mais recente como **economia verde** reflete esta problemática na medida em que incorpora a necessidade de adoção de parâmetros de sustentabilidade tendo em conta o risco ambiental. Em relação ao suposto “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente, reafirma-se sua inexistência, mas reforçando principalmente os argumentos que justificam esta premissa com base em expectativas sobre os avanços na geração de tecnologias triplamente ganhadoras: social, econômica e ambientalmente.

Na segunda seção do trabalho são apresentados os fundamentos teóricos que justificam a posição do “main-stream” de rejeição das conclusões do relatório do Clube de Roma e de otimismo sobre a capacidade de superação de apenas relativos limites ambientais ao crescimento econômico. Este otimismo deriva de duas premissas: não há limites para o aumento da eficiência no uso de recursos naturais, sendo que estes podem ser amplamente substituídos por capital. O problema ambiental é visto basicamente como um problema de falha de mercado devido à natureza de bens públicos de recursos naturais como o ar, a água, gerando um problema de externalidade negativa.

Nesse sentido, a política ambiental mais eficiente é aquela que cria as condições para que os agentes econômicos “internalizem” os custos da degradação que provocam. A ação do Estado se faz necessária apenas para corrigir esta falha de mercado, seja através da privatização, seja através da precificação dos recursos naturais. Uma vez corrigidas estas falhas, de modo a garantir a correta sinalização econômica da escassez relativa destes serviços ambientais, a dinâmica de alocação intertemporal de recursos com base em avaliações custo-benefício tenderia a se processar de modo eficiente, não havendo problemas de incerteza e de risco de perdas irreversíveis. Reconhece-se, entretanto, que nem todos desta corrente aceitaram estas conclusões lógicas a partir das premissas assumidas, admitindo-se que existem muitas situações em que se deve optar pela preservação de um dado ecossistema em função de sua importância e insubstituíbilidade.

Nas terceira e quarta seções se trabalha o argumento para a definição de desenvolvimento sustentável de uma perspectiva econômico-ecológica. Na terceira seção inicialmente a crítica às premissas da economia ambiental permite elaborar um conceito de sustentabilidade ecológica que inexistente nas diversas definições de desenvolvimento sustentável. Não é possível aumentar indefinidamente a eficiência no uso dos recursos naturais (2ª Lei da Termodinâmica), sendo que o capital é fundamentalmente complementar aos recursos naturais, representados principalmente por ecossistemas complexos vitais para a sobrevivência humana. Portanto, não é possível o aumento perpétuo da produção material/energética, o que requer o fim do crescimento econômico em algum momento para que a capacidade de suporte do

planeta não seja ultrapassada, sendo que a ciência não tem como estimar com precisão esta capacidade.

A partir destas premissas, a questão central para a economia ecológica é como fazer para que a economia funcione considerando a existência destes limites. É preciso considerar dois planos de ação: (1) um relativo às políticas específicas para cada tipo de problema ambiental a ser enfrentado; (2) o outro, relativo à estabilização da expansão do sistema em nível sustentável – o crescimento zero. Em relação ao primeiro plano de ação, para a economia ecológica é preciso simplesmente inverter a lógica de decisão da economia ambiental: a quantidade de recursos naturais a ser usada – **escala** - deve ser previamente definida com base em parâmetros ecológicos de sustentabilidade. Ao definir limites de uso dos recursos naturais surge o problema da sua **distribuição** entre os diversos atores, cujo critério deve ser o da justiça. Finalmente, caberá ao mercado a **alocação** eficiente dos investimentos enquadrada por estas restrições ecológicas e sociais.

Em relação ao segundo plano de ação, objeto da quarta e conclusiva seção, são brevemente analisados os dois problemas a enfrentar para se alcançar o crescimento zero: (a) parar o crescimento econômico sem gerar uma crise; (b) as expectativas de consumo em sociedades de consumo. A solução técnica para o primeiro problema é principalmente a de formulação de políticas macroeconômicas, uma macroeconomia ambiental. De modo mais específico, trata-se de enfrentar, por exemplo, o problema do emprego, da desigualdade e do estímulo às inovações tecnológicas.

A legitimidade para a implementação destas políticas depende da solução do segundo problema, aquele das expectativas de consumo que tornam legítimas as políticas opostas, de estímulo ao crescimento. A aceitação, por parte da população, de restrições ao consumo em benefício de populações de outros países e/ou de um futuro longínquo implica, forçosamente, certa dose de altruísmo. Entretanto, esse necessário altruísmo legitimador de políticas de crescimento zero poderá ser reforçado pela percepção crescente de que o nível de conforto material atual é mais do que suficiente e que continuar o esforço de crescimento produzirá mais malefícios que benefícios. Uma definição de desenvolvimento sustentável é, então, proposta.

1 O conceito de desenvolvimento sustentável

O conceito de **desenvolvimento sustentável** surgiu com o nome de *ecodesenvolvimento*³ nos anos 70. Foi fruto do esforço para encontrar uma terceira via alternativa àquelas que opunham, de um lado, desenvolvimentistas e, de outro,

(3) Este nome teria sido sugerido por Maurice Strong, Diretor da UNEP, mas é o Professor Ignacy Sachs da EHESS da Universidade de Paris que se reconhece historicamente como o principal teórico deste conceito.

defensores do crescimento zero. Para estes últimos, chamados de “zeristas” ou (pejorativamente) “neo-malthusianos”, os limites ambientais levariam a catástrofes se o crescimento econômico não cessasse.

A controvérsia opondo desenvolvimentistas e “zeristas” inicia-se com publicação do relatório preparado pelo casal Meadows do MIT, sob os auspícios do chamado Clube de Roma, sobre os limites ambientais ao crescimento econômico⁴, cuja conclusão fora que o crescimento econômico precisava parar para se evitar que o esgotamento dos recursos naturais e a poluição provocassem uma queda brusca do nível de vida. A primeira Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente realizada em Estocolmo em 1972 foi palco desta polarização tendente a gerar impasses. Esta conclusão chega num momento de forte crescimento econômico mundial, puxado pela recuperação do pós-guerra (os “trinta anos gloriosos”) e a ascensão de alguns emergentes como os “tigres asiáticos” e o Brasil do milagre econômico. Por outro lado, a grande maioria dos países permanecia pobre, com dificuldades de iniciar um processo de crescimento econômico sustentado.

Até aquele momento o grande embate sobre desenvolvimento econômico opunha, de um lado, aqueles que viam o quadro de desigualdade mundial como um problema de estágios históricos do processo de crescimento econômico; ou seja, cada país seria capaz de em dado momento iniciar uma trajetória de crescimento econômico sustentado, este visto como condição necessária e suficiente para o desenvolvimento social⁵. As dificuldades que muitos países apresentavam em reunir as condições necessárias para iniciar a decolagem (“take-off”) rumo ao processo de crescimento econômico sustentado resultavam fundamentalmente de **causas endógenas** (Rostow, 1960). De outro lado estavam aqueles que viam tanto a desigualdade internacional, quanto a desigualdade nacional (distribuição de renda concentrada em países pobres) como consequência de alguma forma de articulação perversa entre países ricos e pobres, em benefícios dos primeiros e de uma minoria, uma pequena elite, nos últimos. Ou seja, a desigualdade era resultante, fundamentalmente, de **causas exógenas**,

(4) Meadows et al. (1972). A modelagem realizada foi uma modelagem de dinâmica de sistemas que acabara de ser desenvolvida por Jay Forrester. Uma simulação baseada em dinâmica de sistemas é fundamental se quisermos saber, por exemplo, o que acontece num dado sistema quando se aumenta ou diminui o fluxo de entrada ou saída de uma fonte exógena de energia ou matéria. Mas não se pode usá-la para o “forecasting” de situações que envolvem a expansão do sistema em análise. Este foi justamente o ponto fraco do modelo, pois a variável tecnológica implica a possibilidade de ampliação relativa do sistema (planeta terra) em análise.

(5) O crescimento econômico tenderia a melhorar a distribuição da renda ao levar ao aumento da escassez e da produtividade do trabalho, como teria sido observado historicamente nos países desenvolvidos – a Curva de Kuznets.

relacionadas à forma de inserção desfavorável dos países pobres na divisão internacional do trabalho⁶.

Num primeiro momento as reações de todas as correntes à conclusão do relatório do Clube de Roma foram de rejeição⁷. Para os economistas do “main stream” porque, em primeiro lugar, havia razões teóricas (que serão discutidas na próxima seção) para rejeitar a idéia de que os recursos naturais pudessem representar um limite absoluto ao crescimento econômico. Em segundo lugar, pelas consequências sócio-econômicas e políticas⁸ do crescimento zero tanto para países pobres como para os países ricos. Para os representantes da segunda corrente não havia razões propriamente teóricas que justificassem a defesa da ausência de limites ambientais ao crescimento econômico. O problema estava também nas implicações sócio-econômicas dessa idéia, mas relativas à perpetuação da exclusão em benefício dos países capitalistas centrais⁹.

As primeiras reações da ONU após a Conferência de Estocolmo, com o apoio dos ecodesenvolvimentistas, foram no sentido não somente de defender a necessidade do crescimento econômico para os países pobres, como de considerar a própria pobreza, como uma das causas fundamentais dos problemas ambientais destes países. Na Declaração de Cocoyok (1974)¹⁰, a explosão populacional resultaria da falta de

(6) As diversas subcorrentes com esta visão poderiam ser agrupadas, por sua vez, em dois grupos: a) o grupo dos que viam a desigualdade internacional como resultante de alguma forma de imperialismo dos países capitalistas centrais (Santos, 2000; Frank, 1967; Arrighi, 1997); b) o grupo Cepalino, cuja intuição fundamental foi de identificar nas diferenças estruturais entre países pobres primário-exportadores e países ricos industriais, as causas da inserção desvantajosa dos primeiros na divisão internacional do trabalho: a deterioração dos termos de troca de Prebisch (1949), o desequilíbrio estrutural de fatores de produção de Furtado (1961).

(7) Com a exceção (talvez única) de Furtado (1974) em o “Mito do Desenvolvimento Econômico”. Para Furtado a conclusão do relatório do Clube de Roma seria a evidência de que o desenvolvimento econômico não era para todos, embora em seu esquema analítico os mecanismos de exclusão não estejam relacionados diretamente à questão ambiental.

(8) E, podemos dizer, morais, como argumenta Friedman (2005), numa muito bem documentada revisão das teorias do desenvolvimento e das principais experiências históricas. Morais no sentido de que sem crescimento seria a volta à barbárie em última instância. Os limites ambientais ao crescimento poderiam, como esperançosamente (e pobremente) defende Friedman, ser superados pelo progresso técnico.

(9) Altvater (1992) foi um dos primeiros, senão o único, autor desta corrente que procura integrar este fato dos limites ambientais ao crescimento numa estrutura teórica explicativa da desigualdade internacional; ele defende a tese de que os países centrais, conscientes dos limites da disponibilidade de recursos naturais, perpetuam o subdesenvolvimento dos demais países (principalmente através da manipulação da dívida externa), com o objetivo de mantê-los apenas como produtores de matérias primas evitando, desse modo, que se transformem em consumidores concorrentes por recursos escassos!

(10) A Declaração de Cocoyok resultou de reunião promovida pela UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio-Desenvolvimento) e pelo UNEP (Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas).

recursos de qualquer tipo o que, por sua vez, levaria esta população a superutilizar o solo, água e outros recursos naturais. A responsabilidade dos países industrializados em relação aos problemas do subdesenvolvimento estaria em seu nível exagerado de consumo. Eles teriam que baixar seu consumo e sua participação desproporcional na poluição da biosfera. As posições de Cocoyok foram aprofundadas no Relatório da Fundação Dag-Hammarskjöld (1975)¹¹, que vai mais longe no sentido de apontar as responsabilidades dos países industriais decorrentes do legado colonialista. O sistema colonial teria concentrado os solos mais aptos para a agricultura na mão de uma minoria social e dos colonizadores europeus. Em consequência, grandes massas da população original foram expulsas e marginalizadas, sendo forçadas a usar solos menos apropriados.

A proposição conciliadora dos ecodesenvolvimentistas se baseia num conceito normativo sobre como pode e deve ser o desenvolvimento: é possível manter o crescimento econômico eficiente (sustentado) no longo prazo, acompanhado da melhoria das condições sociais (distribuindo renda) e respeitando o meio ambiente. No entanto, o crescimento econômico eficiente é visto como condição necessária, porém não suficiente para a elevação do bem estar humano: a desejada distribuição de renda (principal indicador de inclusão social) não resulta automaticamente do crescimento econômico, o qual pode ser socialmente excludente; são necessárias políticas públicas específicas desenhadas para evitar que o crescimento beneficie apenas uma minoria; do mesmo modo, o equilíbrio ecológico pode ser afetado negativamente pelo crescimento econômico, podendo limitá-lo no longo prazo, sem o concurso de políticas ecológicamente prudentes que estimulem o aumento da eficiência ecológica e reduzam o risco de perdas ambientais potencialmente importantes.

Para os países pobres este conjunto de políticas representaria uma oportunidade para dar início a um processo de crescimento econômico sustentado, distribuindo renda e evitando repetir a trajetória de impactos ambientais dos países desenvolvidos. Mais do que uma oportunidade, estas políticas seriam a condição mesma para um desenvolvimento baseado principalmente nas próprias forças endógenas destes países (“self reliance”).

Por suas premissas e proposições os ecodesenvolvimentistas assumiram uma posição única em relação às demais correntes em debate: partilham com todas a rejeição à idéia de crescimento zero; mas se diferenciam de cada uma: em relação ao “main stream” por sua preocupação com perdas ambientais potencialmente importantes e com a pobreza e concentração de renda; em relação às correntes marxistas-estruturalistas por suporem que a situação dos países pobres resultava de fatores

(11) Trata-se do relatório final de um projeto da Fundação Dag-Hammarskjöld que contou com a participação de pesquisadores e políticos de dezenas de países. O UNEP e mais treze organizações da ONU também contribuíram.

preponderantemente endógenos, embora apontassem também a necessidade dos países desenvolvidos serem solidários no esforço para a superação da desigualdade internacional – seja pelo aumento da ajuda externa, seja pela correção de mecanismos comerciais e financeiros desfavoráveis aos países subdesenvolvidos¹².

No início da década seguinte teve lugar a Conferência de Nairobi promovida pela UNEP em 1982, quando se decidiu pela criação de uma Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, cuja chefia foi exercida pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Os resultados do trabalho foram tornados públicos em 1987, em documento chamado de Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório Brundtland (Brundtland, 1991). De modo análogo aos ecodesenvolvimentistas, os autores do relatório consideram que o risco ambiental do crescimento econômico deve ser levado a sério, preocupação que se expressa no mote definidor do que deve ser entendido como desenvolvimento sustentável¹³: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”. O desenvolvimento sustentável pode ser atingido com um conjunto de políticas capazes de, simultaneamente, garantir o aumento da renda nacional, o acesso a direitos sociais básicos (segurança econômica, acesso à saúde e educação) e a redução do impacto do aumento da produção e do consumo sobre o meio ambiente. A partir desta data, a expressão desenvolvimento sustentável veio substituir quase que completamente a de ecodesenvolvimento, embora exprima o mesmo conceito normativo.

Em 1992 ocorreu a II Conferência da ONU sobre meio ambiente no Rio de Janeiro, mesmo ano em que foi publicada uma atualização do primeiro relatório do Clube de Roma, em que as conclusões fundamentais do anterior foram mantidas. É interessante notar que vinte anos depois da primeira conferência havia ficado mais claro que o progresso técnico, a varinha mágica dos desenvolvimentistas otimistas, havia sido muito mais eficiente em lidar com o problema do meio ambiente como (a) provedor de matérias primas, do que no enfrentamento do problema do meio ambiente como (b) provedor de serviços ecossistêmicos: (a) os preços das matérias primas haviam caído, **graças ao progresso técnico** na exploração de recursos naturais, na substituição de insumos caros por insumos mais baratos e na eficiência (ecológica) de sua utilização; (b), entretanto, a poluição, a degradação de ecossistemas, haviam aumentado **apesar do progresso técnico**.

Este segundo fato (b) se reflete no relatório atualizado do Clube de Roma, cujo destaque maior é a destruição de ecossistemas e suas implicações na capacidade de

(12) Ver Sachs (1981, 1986).

(13) A expressão ‘desenvolvimento sustentável’ já aparece desde o final da década de setenta em alguns trabalhos que alimentaram o debate, mas na academia a expressão ecodesenvolvimento ainda era predominante.

suporte do planeta, na medida em que os ecossistemas no seu conjunto prestam o serviço ecossistêmico maior que é a capacidade de absorção de resíduos gerados pelas atividades humanas. O risco de esgotamento de matérias-primas não renováveis, sobretudo o petróleo, perde importância frente a este. De qualquer modo, a conclusão da análise continua a mesma: o crescimento econômico deve parar¹⁴.

Outro fato importante a notar do contexto sócio-econômico daquele momento foi a constatação, tendo o Brasil como caso emblemático, de que o crescimento econômico por si só poderia ser altamente excludente. Altas concentrações de renda podiam persistir apesar de anos de forte crescimento econômico, devido a problemas estruturais que somente poderiam ser resolvidos com base numa intervenção mais ativa do Estado. Estes fatos contribuíram para reforçar a posição dos defensores do conceito de desenvolvimento sustentável: existe risco de perdas ambientais importantes e o crescimento econômico pode ser socialmente excludente; a solução é um conjunto de políticas públicas que remova os obstáculos estruturais à redistribuição dinâmica da renda e enfrente os problemas ambientais com prudência e eficiência (progresso técnico) ecológica.

A emergência da problemática do aquecimento global nos anos 90, entretanto, teve por efeito levar o debate a um novo patamar em relação a 2 aspectos fundamentais: (a) o tratamento do risco ambiental, (b) o “trade off” entre crescimento econômico e meio ambiente. Em relação ao primeiro aspecto, a noção de prudência cede lugar ao conceito mais adequado e preciso de Precaução, elevado à condição de princípio – adotado formalmente na Conferência Rio 92. A prudência se aplica a situações de risco onde a distribuição de probabilidades é conhecida. A precaução quando existe incerteza. No primeiro caso os procedimentos de segurança podem ser definidos com margens probabilísticas de acerto, permitindo a manutenção de um dado curso de ação. No segundo caso existe apenas um procedimento de segurança: parar ou reduzir o curso de uma ação, de modo a ganhar tempo para a aquisição de novos conhecimentos que reduzam ou eliminem a incerteza (Hourcade, 1997).

A questão da incerteza ecossistêmica no caso do aquecimento global e seu enfrentamento com base no Princípio da Precaução (como propôs o Protocolo de

(14) No primeiro relatório, a conclusão era de que se as tendências observadas – em relação ao aumento da população mundial, à industrialização, poluição, uso dos recursos naturais, etc., continuassem sem mudanças, os limites do planeta seriam alcançados dentro de 100 anos. No segundo a conclusão é ainda mais radical, na medida em que as taxas de uso de muitos recursos essenciais e de geração de vários tipos de poluição já teriam ultrapassado as taxas que seriam fisicamente sustentáveis. E o remédio também, pois não apenas será necessário atingir o quanto antes o crescimento zero, como reduzir significativamente os fluxos de matéria e energia através do rápido aumento da eficiência ecológica. Num reconhecimento do caráter épico das mudanças propostas considera que o enfrentamento deste desafio requer mais do que produtividade e tecnologia; requer também “maturidade, compaixão e sabedoria” (Meadows et al., 1992).

Kyoto) põem em evidência o segundo aspecto mencionado, uma vez que a redução rápida do nível de emissões tem alto custo. Embora os ecodesenvolvimentistas não negassem a existência de algum tipo de “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente, a premissa era a de que este seria negligenciável desde que se adotasse o conjunto de políticas propostas. Políticas estas que supostamente tratavam adequadamente o risco de perdas ambientais com base na prudência. Este “trade-off” tornou-se o principal motivo para os resultados aquém dos esperados nas sucessivas conferências sobre meio ambiente após a Rio 92.

As dificuldades de implementação do Protocolo de Kyoto¹⁵ reforçou a posição, baseada no trabalho de Willian Nordhaus¹⁶, dos defensores de indução suave, de baixo custo, da mudança da matriz energética (descarbonização) através de taxas moderadas sobre os combustíveis fósseis, que minimiza ou ignora a incerteza sobre a possibilidade de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas. Por outro lado, os relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) reforçavam os argumentos dos ambientalistas em favor de ações mais enérgicas para a redução das emissões. O relatório Stern (Stern Review, 2006) representou de certo modo um esforço de resposta à situação de impasse que se recolocava: concordando com os ambientalistas (e economistas ecológicos), assume de partida a necessidade de identificar uma escala sustentável (considera uma elevação máxima de temperatura de 2° C). Stern critica o gradualismo de Nordhaus, considerando o risco de perdas ambientais importante se a temperatura ultrapassar este limite. Uma vez estabelecido um limite – que representa uma escala de uso dos recursos naturais - é preciso, então, buscar uma solução custo-efetiva. Sua regra de decisão é uma regra de eficácia ambiental e custo-efetividade. Para ele os modelos gradualistas como o de Nordhaus não contabilizam uma série de impactos e, em especial, os impactos catastróficos. Em relação a estes últimos, Stern trabalha com distribuições subjetivas de probabilidade embora, como aponta Vale (2011, p. 127), reconheça não ter certeza sobre qual distribuição de probabilidades deva usar e por isso aumente arbitrariamente as estimativas dos custos da inação.

A preocupação explícita com a distribuição (e justiça) inter-geracional o leva também a adotar uma taxa de desconto muito baixa, próxima de zero. No entanto, ele rejeita explicitamente a idéia de crescimento zero como solução última para o problema ambiental. De modo análogo ao ecodesenvolvimentistas, propõe um conjunto de políticas ambientais capazes de levar em conta o risco ambiental, mas com baixo “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente. Diferentemente, no

(15) A proposta de política de redução de emissões do Protocolo de Kyoto representa a solução teoricamente ideal defendida pela Economia Ecológica, como será discutido na próxima seção.

(16) O trabalho de Nordhaus é notável por seu pioneirismo (desde os anos 70) no tratamento desta problemática do aquecimento e por sua ortodoxia neoclássica.

entanto, estrutura estas políticas tendo como referência um quadro de cenários macroeconômicos onde são estimados os custos ambientais da inação.

No relatório recente do Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente sobre Economia Verde (UNEP, 2011), a premissa ecodesenvolvimentista fundamental é assumida explicitamente¹⁷, mas, de modo similar ao relatório Stern, enquadrada num esquema analítico macroeconômico que se considera mais rigoroso. Cabe destacar dois aspectos fundamentais deste esquema analítico: em primeiro lugar, os riscos ambientais são estimáveis, sendo possível simular cenários de custo-benefício de adoção de determinado conjunto de políticas¹⁸. Em segundo lugar, os problemas decorrem fundamentalmente da alocação ineficiente de fatores de produção; esta ineficiência resulta, por sua vez, de falhas de mercado em relação aos serviços ecossistêmicos, bem como devido a incentivos errados decorrentes das políticas públicas em vigor. É importante notar também a adoção explícita da premissa “não-ortodoxa” de que capital e recursos naturais não são substitutos perfeitos; os serviços ecossistêmicos em especial seriam muito limitadamente substituíveis por capital.

As propostas de políticas são um mix de políticas de comando e controle e com políticas baseadas em instrumentos econômicos. Recomenda-se, em relação às primeiras, uma regulação ambiental agressiva para antecipar a escassez futura. No caso das segundas além da precificação de serviços ecossistêmicos, é preciso praticamente inverter os sinais de uma estrutura de incentivos econômicos que, em setores-chave como energia e transportes, favorecem o uso de combustíveis fósseis e transporte individual. Os países em desenvolvimento possuem especificidades que precisam ser tratadas com políticas específicas, tais como grandes continentes populacionais vivendo ainda de atividades florestais e da pequena agricultura de subsistência. É suposto que o “esverdeamento” destas atividades seria capaz de, simultaneamente, ampliar a oferta de empregos e aumentar a produtividade do trabalho e, portanto, da renda. Não há “trade-off” entre crescimento econômico e meio ambiente. A questão dos limites ambientais suscitada pelo Clube de Roma não passaria de um “mito”¹⁹.

(17) A hipótese é de que “*environmental and social goals of a green economy can also generate increases in income, growth, and enhanced well-being*” (UNEP, 2011, p. 16).

(18) Por exemplo, se estima o quanto de investimento anual em energia renovável e eficiência energética é necessário (entre US\$ 50-170 bilhões) para evitar um custo ambiental da mudança climática de US\$ 500 bilhões! Ou ainda, quando estima que o custo de oportunidade do desmatamento é 3 vezes superior aos benefícios.

(19) “*One of the major findings of this report is that a green economy supports growth, income and jobs, and that the so called trade-off between economic progress and environmental sustainability is a myth, especially if one measures wealth as a stock of useful assets, inclusive natural assets, and not narrowly as flows of produced output*” (UNEP, 2011, p. 622).

Há uma expectativa muito grande em relação ao papel da tecnologia: tecnologias “verdes” triplamente ganhadoras: ambientalmente amigáveis, socialmente adequadas e economicamente eficientes. Em outro relatório da ONU (DESA, 2011), cujo título denota precisamente esta expectativa, são indicadas quais as políticas necessárias para estimular a mudança tecnológica, em especial para que os países emergentes possam saltar (“leapfrog”) direto para as novas tecnologias triplamente ganhadoras. A revolução tecnológica da economia verde seria diferente por 3 razões: (a) o curto período de tempo em que deve ocorrer dada a pressão sobre os ecossistemas; (b) por causa disso e das limitações dos mecanismos de mercado, os governos terão que assumir um papel bem mais importante na produção e difusão tecnológica; (c) a necessidade de cooperação internacional, uma vez que os principais problemas ambientais são globais.

2 Economia ambiental: o Saci termodinâmico e o Midas capitalista

Do ponto de vista da **Economia Ambiental** (main stream neoclássico) os recursos naturais (como fonte de insumos e como fonte de serviços ecossistêmicos) não representam, no longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia.

Esta posição se apóia em duas premissas: (a) não há limites para o progresso científico/tecnológico aumentar a eficiência no uso de recursos naturais (eficiência ecológica) e (b) capital, trabalho e recursos naturais são perfeitamente substituíveis entre si²⁰. Desse modo, por um lado, a emissão de resíduos tenderia à zero com o aumento indefinido da eficiência no uso de recursos naturais, fazendo com que o processo de crescimento econômico se descasse (“decoupling”) progressivamente da sua base material/energética; a economia funciona num mundo onde não existe a 2ª Lei da Termodinâmica, a Lei da Entropia. Por outro lado, os ecossistemas naturais inevitavelmente perdidos em função da expansão humana seriam substituídos sem problemas por capital. Portanto, trata-se de um mundo onde um *saci pererê termodinâmico* e um *rei midas* capitalista atuando conjuntamente garantiriam o crescimento econômico perpétuo²¹.

(20) Inicialmente os recursos naturais (R) sequer apareciam na função de produção. Em sua posterior inclusão foi mantida o tipo de função, homogênea de primeiro grau - $Y = f(K, L, R)$, implicando que a quantidade de recursos naturais (R) requerida pode ser tão pequena quanto se deseja desde que a quantidade de capital (K) seja suficientemente grande. Georgescu-Roegen criticou essa versão da função de produção neoclássica (que ele batiza de variante Solow-Stiglitz) chamando-a de “passe de mágica”. Para uma análise da obra de Georgescu-Roegen, ver Chechin (2010).

(21) Baumol (1986) admite a restrição termodinâmica de que a eficiência de sistemas reais não pode ser aumentada indefinidamente, mas a substitubilidade entre capital e recursos naturais garantiria o crescimento econômico perpétuo. Ou seja, o saci termodinâmico não existe, mas o midas capitalista sim e poderia dar conta sozinho do problema. Para uma crítica interna à tese de Baumol, ver Amado e Sauer (2010).

Assim, a disponibilidade de recursos naturais (RN) pode ser uma restrição à expansão da economia, mas uma restrição apenas **relativa**, superável **indefinidamente** pelo progresso científico e tecnológico. Tudo se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra à medida em que cada uma é esgotada, sendo o progresso científico e tecnológico a variável chave para garantir que processo de substituição não limite o crescimento econômico, garantindo sua sustentabilidade no longo prazo. No limite, como chegou a afirmar provocativamente Solow (1974)²², a economia poderia funcionar sem necessidade de recursos naturais!

Na literatura, essa concepção ficou conhecida por meio do conceito de **sustentabilidade fraca**. Uma economia é considerada “não sustentável” se a poupança total fica abaixo da depreciação combinada dos ativos produzidos e não-produzidos - recursos naturais (Atkinson et al., 1997). A idéia subjacente é a de que o investimento compensa as gerações futuras pelas perdas de ativos causadas pelo consumo e produção correntes (formalmente apresentada pela “regra de Hartwick”).

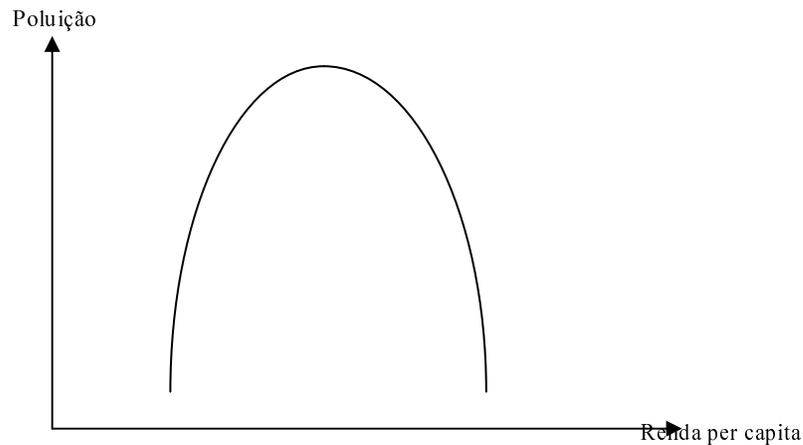
Para esta corrente os mecanismos de incentivo através dos quais se dá esta ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico devem ser principalmente mecanismos de mercado. No caso dos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), a escassez crescente de um determinado bem se traduziria facilmente na elevação de seu preço, o que induz a introdução de inovações que permitem poupá-lo (eficiência ecológica) e, no limite, substituí-lo por outro recurso mais abundante. Em se tratando dos serviços ambientais em geral não transacionados no mercado devido sua natureza de bens públicos (ar, água, ciclos bioquímicos globais de sustentação da vida, capacidade de assimilação de rejeitos, etc.), este mecanismo de mercado falha. Para corrigir esta falha é necessário intervir para que a disposição a pagar por esses serviços ambientais possa se expressar à medida em que sua escassez aumenta.

Empiricamente teria sido observado que a evolução natural das preferências dos indivíduos em função do próprio processo de crescimento econômico seria no sentido de uma menor tolerância a esta escassez crescente desses serviços devido à poluição, configurando o que pode ser expresso como uma curva de Kuznets ambiental (Gráfico 1): à medida em que a renda per capita se eleva com o crescimento econômico a degradação ambiental aumenta até um certo ponto, a partir do qual a qualidade ambiental começa a melhorar. A explicação para este fato estaria em que nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento econômico a crescente degradação do meio ambiente é aceita como um efeito colateral ruim, mas inevitável. Entretanto, a partir de certo nível de bem estar econômico a população torna-se mais sensível e disposta a

(22) “*The world can, in effect, get along without natural resources, so exhaustion is just an event, not a catastrophe*” (Solow, 1974, p. 11).

pagar pela melhoria da qualidade do meio ambiente, o que teria induzido a introdução de inovações institucionais e organizacionais necessárias para corrigir as falhas de mercado decorrentes do caráter público da maior parte dos serviços ambientais. Estas inovações institucionais e organizacionais garantiriam, por sua vez, um ritmo de introdução de inovações técnicas nos processos produtivos capaz de compensar a pressão das atividades econômicas sobre o meio ambiente (Grossman; Krueger, 1995).

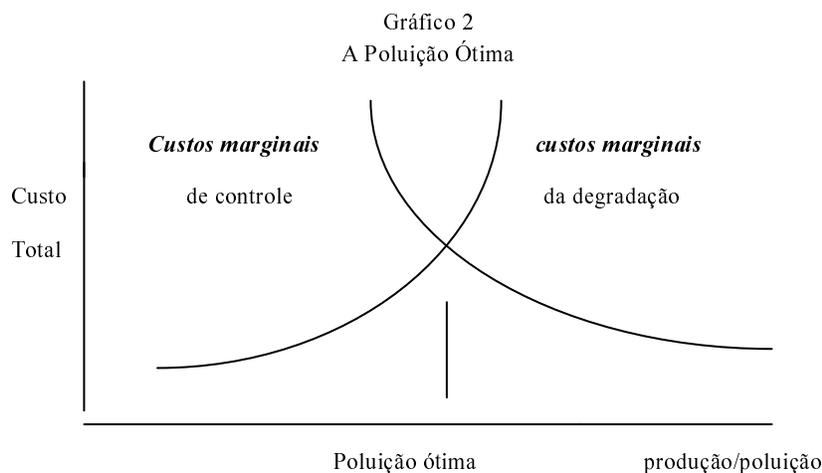
Gráfico 1
A Curva de Kuznets Ambiental



As soluções ideais seriam aquelas que de algum modo criassem as condições para o livre funcionamento dos mecanismos de mercado: seja diretamente eliminando o caráter público desses bens e serviços através da definição de direitos de propriedade sobre eles (negociação coaseana); seja indiretamente através da valoração econômica da degradação destes bens e da imposição desses valores pelo Estado através de taxas (taxação pigouviana). A primeira implicaria a privatização de recursos como a água, o ar, etc. o que, entre outros obstáculos, esbarraria no elevado custo de transação decorrente de processos de barganha que envolveria centenas ou mesmo milhares de agentes.

A segunda pressupõe ser possível calcular estes valores a partir de uma curva marginal de degradação ambiental. Desse modo, criar-se-ia para o agente econômico um “trade off” entre seus custos (marginais) de controle da poluição e os custos (marginais) dos impactos ambientais (externalidades) provocados por suas atividades produtivas, que ele seria forçado a “internalizar” através do pagamento das taxas (preços) correspondentes (gráfico 2): o agente econômico vai procurar minimizar seu custo total que resulta da soma do quanto vai gastar para controlar a poluição (custo de controle) com a quantia a ser gasta com o pagamento de taxas por poluir (custo da

degradação). O ponto de otimização é chamado de “poluição ótima”, onde o custo total é minimizado.



A política ambiental mais eficiente é aquela que cria as condições, através da precificação, para que os agentes econômicos “internalizem” os custos da degradação que provocam. Garantir a “sustentabilidade” seria, em última instância, um problema de **alocação** intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes econômicos racionais, cujas motivações são fundamentalmente maximizadoras de utilidade. A ação coletiva (através do Estado) se faz necessária apenas para corrigir as falhas de mercado que ocorrem devido ao fato de boa parte dos serviços ambientais constituírem-se de bens públicos (ar, água, capacidade de assimilação de dejetos, etc.) não tendo, portanto, preços. Uma vez corrigidas estas falhas, de modo a garantir a correta sinalização econômica da escassez relativa destes serviços ambientais, a dinâmica de alocação intertemporal de recursos com base em avaliações custo-benefício tenderia a se processar de modo eficiente, não havendo problemas de incerteza e de risco de perdas irreversíveis.

Nem todos, entretanto, aceitaram esta conclusão lógica a partir das premissas assumidas. Desde há muito a preocupação com o risco de perdas ambientais irreversíveis potencialmente importantes vindo sendo demonstrada por economistas desta corrente; importantes no sentido de poderem causar perdas de bem-estar significativas e que poderiam ser evitadas. Este dilema entre preservação ou supressão de um dado ecossistema foi estruturado como um problema de escolha discreta, onde se reconhece que existem muitas situações em que se pode legitimamente reivindicar a preservação integral ou a transformação irreversível de um dado ecossistema. O problema é definir quais. E os economistas, como notam Pearce e Turner (1990), não

resolveram este problema, mas propuseram alguns métodos pioneiros que poderiam contribuir para tanto, como os propostos por Krutilla e Fisher (1985), Ciriacy-Wantrup (1952) e Bishop (1978).

Krutilla e Fisher desenvolveram um algoritmo destinado a assegurar que os benefícios da opção preservação sejam corretamente introduzidos na equação básica de uma análise de custo-benefício aplicada à problemática ambiental. Assim, o valor estimado dos benefícios que a preservação de um dado recurso traria passa a ser tratado como parte dos custos do projeto de desenvolvimento. Este valor, por sua vez, leva em conta o fato de que o preço deste recurso natural (δ) tenderia a aumentar com o tempo, uma vez que este recurso se torna progressivamente mais escasso. Além disso, considera-se que o progresso técnico (κ) pode ter um efeito negativo sobre a viabilidade econômica do projeto de desenvolvimento em questão (ou de manutenção de uma dado curso de ação) ao tornar atrativas outras opções de investimento²³. A introdução do fator preço e do fator tecnologia diferencia o algoritmo Krutilla-Fisher das análises mais convencionais deslocando o "benefício da dúvida" para o lado da preservação. Desse modo, seriam reduzidos os riscos inerentes a avaliações custo-benefício em situações onde as perdas podem ser muito importantes²⁴.

O trabalho pioneiro de Willian Nordhaus (1993, 2008) é a grande referência no esforço do “main-stream” para dar um tratamento rigoroso a um problema que teoricamente não deveria exigir um tratamento especial. Teoricamente o problema do aquecimento global poderia ser resolvido como o de qualquer outra externalidade ambiental resultante de falha do mercado no uso dos recursos naturais públicos, através

(23) O valor presente de um dado projeto de desenvolvimento A é deduzido dos benefícios da preservação P.

$$VP = \int_0^{\infty} A e^{-(\pi + \kappa)t} dt - \int_0^{\infty} P e^{-(\pi - \delta)t} dt$$

onde,

π é a taxa de desconto;

δ representa a taxa de variação do preço do recurso;

κ representa a taxa de “decadência” dada pelo progresso tecnológico.

(24) Nos casos onde estas incertezas são ainda maiores e os benefícios da alternativa de desenvolvimento duvidosos, os critérios da abordagem Krutilla-Fisher não seriam suficientes para evitar perdas irreversíveis de recursos cuja preservação se mostrasse a posteriori de inestimável valor. Nesse caso, uma alternativa seria a chamada abordagem dos “padrões mínimos de segurança” (SMS-safe minimum standards), desenvolvida principalmente por Bishop, R.C. (1978) com base no trabalho de Ciriacy-Wantrup, S. von (1952). Entretanto, a necessidade de definição desses padrões contraria os pressupostos com que trabalham os economistas do “main stream”. Randall e Farmer (1995) consideram que a análise custo-benefício fornece uma boa idéia da satisfação das preferências humanas (individuais), mas admitem que há boas razões para se impor um padrão mínimo de salvaguarda (SMS), a menos que o custo disto seja intoleravelmente alto. A definição que custo de preservação intoleravelmente alto deve ser feita de acordo com o pensamento econômico padrão baseado principalmente na sustentação de níveis adequados de consumo das populações humanas.

da precificação do serviço ecossistêmico de regulação climática. Desse modo, na medida em que o custo do aquecimento sobe progressivamente, o mercado induziria a introdução de soluções tecnológicas que reduzem o custo de controle das emissões (mitigação) de gases de efeito estufa.

Inicialmente, como aponta Vale (2011), Nordhaus considerou que o *laissez-faire* não daria conta, sendo necessária a intervenção do Estado para além da precificação (como, por exemplo, no estabelecimento de padrões mínimos de eficiência dos motores), de modo a forçar uma adequação mais rápida das emissões a níveis de segurança adequados²⁵. No entanto, ele abandona esta idéia, estranha à ortodoxia neoclássica, para favorecer um tratamento rigorosamente ortodoxo de internalização de uma externalidade ambiental global. O grande desafio, então, seria estimar curvas marginais de custo de controle (mitigação) e de custo da poluição para um problema global complexo e de muito longo prazo. A proeza de Nordhaus foi esta, de estimar uma curva marginal de custos do aquecimento de longuíssimo prazo com base na otimização de um modelo de crescimento econômico intertemporal, a qual proporcionaria a precificação do serviço ecossistêmico de absorção de CO₂ capaz de, ao ser acrescida aos preços dos combustíveis fósseis, **internalizar** (e resolver) o problema do aquecimento global²⁶.

Considerando a estrutura do algoritmo Krutilla-Fisher, a modelagem de Nordhaus tem por efeito deixar claro para os agentes econômicos os benefícios da mudança da atual matriz energética baseada em combustíveis fósseis: ao longo do tempo o valor presente dos benefícios da atual matriz energética cai devido ao progresso técnico (κ) em fontes alternativas (custo de mitigação) enquanto o valor (δ) do serviço ecossistêmico de absorção de CO₂, medido pelo custo das emissões, aumenta em função da sua escassez crescente. Até o ponto em que sua substituição completa por outra matriz energética (“backstop technology”). Estes movimentos caracterizariam uma “rampa”: entre 1990 e 2010 os preços do carbono deveriam subir de modo brando porque os danos ambientais seriam poucos e as alternativas tecnológicas caras. A partir de 2010 os preços deveriam subir fortemente. Desse modo, Nordhaus consegue manter como regra de decisão a eficiência alocativa em termos de custo-benefício marginais para enfrentar um problema ambiental que ele mesmo havia singularizado inicialmente como merecedor de uma ação especial, não marginalista, do Estado.

(25) “One persistent concern has been that man’s economic activities would reach a scale where the global climate would be significantly affected. Unlike many of the wolf cries, this one, in my opinion, should be taken very seriously” (Nordhaus, 1977, p. 341 apud Vale, 2011, p. 198).

(26) Ver Vale (2011) para uma análise detalhada da evolução dos trabalhos de Nordhaus e sua comparação com o Relatório Stern.

3 Economia ecológica: escala sustentável e Lei da Entropia

Do ponto de vista da **Economia Ecológica** o meio ambiente representa um limite absoluto à expansão da economia, que lhe é um subsistema. No entanto, se por definição um subsistema não pode ser maior que o sistema que o contém, seu tamanho em relação ao todo não tem por limite máximo o sistema, mas sua capacidade de carga (carrying capacity) dada por limiares de resiliência ecossistêmica. Essa é uma das premissas fundamentais da economia ecológica que tem sua origem no trabalho de Kenneth E. Boulding. Como ilustração desta idéia Boulding (1966) recorre à analogia da “economia cowboy” e da “economia espaçonave”. Na primeira, o subsistema econômico - o cowboy nas grandes planícies - não tem massa crítica o suficiente para provocar algum impacto ecossistêmico irreversível importante; na segunda, o tamanho do subsistema econômico – a tripulação da espaçonave - é suficientemente grande para colocar em risco a sua própria sobrevivência se os recursos disponíveis não forem manejados cuidadosamente. Não há como substituir serviços ecossistêmicos essenciais por capital. Recursos naturais (capital natural) são complementares ao capital e/ou trabalho. O tamanho atual do subsistema econômico e a rapidez de sua expansão aproxima o planeta (a “espaçonave terra”) da segunda²⁷.

No que concerne o crescimento demográfico, a idéia de limites da “espaçonave terra” é, de modo geral, aceita por todos, até mesmo pelos economistas ambientais neoclássicos. A dificuldade está na idéia de que também o crescimento econômico, aumento da produção e da renda per capita, encontra-se limitado pelo tamanho da espaçonave terra. Esta limitação se deve à Lei da Entropia, pela qual não é possível qualquer atividade produtiva de transformação de matéria e energia (1ª Lei da Termodinâmica) sem um processo de degradação entrópica irreversível gerador de resíduos (2ª Lei da Termodinâmica); é possível reduzir a quantidade de resíduos através do aumento da eficiência ecológica, mas há limites entrópicos intransponíveis a partir de certo ponto. Esta é outra premissa fundamental da Economia Ecológica que tem sua origem principalmente no trabalho de N. Georgescu-Roegen (1971). Com base nestas duas premissas Herman Daly (1996), o responsável pioneiro pela incorporação destas idéias num corpo teórico fundador da economia ecológica, conclui que o total dos resíduos inevitavelmente gerados pela extração, transformação e consumo de recursos naturais, num dado período de tempo (que ele chama de “throughput”), não

(27) Nas duas últimas décadas a expansão das atividades econômicas puxadas pelos gigantes asiáticos, China e Índia, implicou num crescimento exponencial da pressão humana sobre o meio ambiente, apesar do aumento da eficiência ecológica. Decididamente a humanidade passou a ser um fator quase que geológico de mudança. Passamos do Holoceno para o Atropoceno! Ver Andrade e Romeiro (2011b).

pode ultrapassar capacidade de carga da terra e que, portanto, o crescimento zero é a única maneira de impedir que isto aconteça.

Os efeitos termodinâmicos desequilibrantes das atividades humanas resultam de duas fontes. A primeira fonte de desequilíbrio é a própria expansão da ocupação humana do espaço. Ricos ecossistemas estuarinos cedem lugar a cidades e portos; enormes espaços de natureza são transformados radicalmente pela agro-silvo-pecuária. A segunda é a introdução de materiais e energia provenientes de fontes exógenas ao sistema. Os minerais presentes na crosta terrestre em níveis de concentração (minas) que justificam economicamente sua exploração encontram-se inertes, isto é, não interagem ou interagem apenas marginalmente com as atividades biológicas na ecosfera²⁸. As atividades de mineração, transformação e consumo desses materiais, resultam na produção de resíduos que serão dispersos na ecosfera, forçando os ecossistemas a processos adaptativos para absorvê-los. Dependendo da quantidade, estes resíduos representam uma fonte de poluição capaz de afetar, ou mesmo destruir, a capacidade dos ecossistemas de prover serviços.

Estas atividades têm impactos análogos aos dos vulcões com a diferença, entretanto, de serem seletivas: os vulcões expelem sobretudo materiais de relativamente alta entropia, como sílica, abundantes na natureza, de modo que sua assimilação pelos ecossistemas é mais fácil (além do fato de que os ecossistemas vem co-evoluindo com as atividades vulcânicas há centenas de milhões de anos); as atividades humanas de extração de minerais, ao contrário, têm seu foco em materiais de baixa entropia, que foram concentrados em determinados lugares por forças telúricas durante milhões de anos, o que torna mais complicada sua assimilação pelos ecossistemas. Acrescente-se a estes materiais aqueles produzidos artificialmente, um já enorme conjunto de novas substâncias cujos impactos sobre os ecossistemas e diretamente sobre os seres humanos ainda não são bem conhecidos, como os POPs (poluentes orgânicos persistentes), as moléculas que mimetizam hormônios, etc. No longo prazo, portanto, a sustentabilidade do sistema econômico não é possível sem estabilização dos níveis de produção de resíduos (e calor²⁹) de acordo com a capacidade de carga do planeta. Este é o fator limitante maior: o meio ambiente como produtor de serviços ecossistêmicos e não como produtor de matérias primas não-

(28) Ecosfera é o nome que se atribui ao espaço onde se concentra a vida na terra: a partir de alguns metros no subsolo até algumas centenas de metros na atmosfera.

(29) A dissipação de calor do calor gerado pelo parque de usinas nucleares na França usa cerca de 1/3 de toda água superficial do país.

renováveis. Serviços que não são substituíveis por capital e que o mercado não é capaz de levar em conta adequadamente³⁰.

Uma vez reconhecida a existência de uma capacidade de carga que não pode ser ultrapassada, a questão seguinte é sobre seu tamanho. Até onde a pressão humana sobre os ecossistemas pode ser absorvida por estes sem uma ruptura catastrófica? Muitos esforços têm sido feitos neste sentido. De acordo com Rockstrom et al. (2009a, 2009b), por exemplo, a escala atual das atividades humanas já teria ultrapassado os limites em relação aos serviços ecossistêmicos da biodiversidade, ciclo de nitrogênio e regulação climática. No entanto, embora estes esforços sejam necessários, é preciso reconhecer que estes serviços ecossistêmicos resultam de ecossistemas complexos que possuem entre outras propriedades aquela da **resiliência**, isto é, a capacidade de se reequilibrar sem rupturas (ou mudança de fase, para usar uma linguagem termodinâmica mais precisa), cujo **limiar** não tem como ser plenamente conhecido. Trata-se de uma incerteza radical que a ciência não tem como eliminar³¹.

A partir destas premissas, a questão central para a economia ecológica é como fazer para que a economia funcione considerando a existência destes limites. É preciso considerar dois planos de ação: (a) um relativo às políticas específicas para cada tipo de problema ambiental a ser enfrentado; (b) o outro, relativo à estabilização da produção global de resíduos em níveis sustentáveis – o crescimento zero. A economia ambiental convencional, como vimos acima, somente tem em conta o primeiro plano de ação, na medida em que desconsidera a existência de limites ambientais ao crescimento, supondo a possibilidade de substituição ilimitada dos recursos que se tornam escassos por recursos abundantes. No caso dos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), pressupõe que a escassez crescente de um determinado bem eleva seu preço, o que induz a introdução de inovações que permitem poupá-lo e, no limite substituí-lo por outros recursos mais abundantes cujos estoques os agentes econômicos são supostos conhecer, juntamente com o conhecimento das diferenças de qualidade, do curso futuro do progresso tecnológico e da própria demanda. Na verdade, como assinala Daly (1996), os preços refletem a disponibilidade de cada recurso independentemente do estoque total de recursos, o que impede que eles possam servir para sinalizar um processo de extração ótima do ponto de vista da sustentabilidade.

(30) É preciso uma ‘economia dos ecossistemas’. Ver Andrade e Romeiro (2011a).

(31) Vários fatores explicam a ausência de uma distribuição de probabilidades de um determinado fenômeno: deficiência cognitiva ou computacional, falta de informação, desconhecimento, que teoricamente podem ser superados em algum momento; mas existem casos de ignorância que não pode ser eliminada. O limiar de ecossistemas complexos configura esta última situação. Ver Dequech (2011).

No caso dos serviços ambientais não transacionados no mercado devido sua natureza de bens públicos, o mecanismo de ajuste proposto não leva em conta princípios ecológicos fundamentais para garantir a sustentabilidade, na medida em que este mecanismo é baseado no cálculo de custo e benefício feito pelos agentes econômicos visando a **alocação** de recursos entre investimentos em controle da poluição e pagamentos de taxas por poluir de modo a minimizar o custo total. O cálculo das taxas, por sua vez, será baseado num conjunto de metodologias de valoração econômica que mensuram direta ou indiretamente a disposição a pagar dos indivíduos por bens e serviços ambientais³².

Portanto, o ponto de equilíbrio, chamado de “poluição ótima”, é de equilíbrio econômico e não ecológico pois, como observa Godard (1992), ecologicamente não se pode falar em equilíbrio quando a capacidade de assimilação do meio é ultrapassada, como é o caso uma vez que a poluição permanece. O fato da capacidade de assimilação ser ultrapassada em um dado período (t) reduz a capacidade de assimilação no período seguinte e, assim, sucessivamente podendo resultar numa perda **irreversível**. Existe, portanto, uma “destruição líquida”, sendo que somente suas conseqüências de segunda ordem são levadas em conta, isto é, aquelas que afetam o nível de bem estar, em curto prazo, de outros agentes. Este mecanismo de ajuste implica que a tecnologia e as preferências (e, implicitamente, a distribuição de renda) são tomadas como **parâmetros** não-físicos que determinam uma posição de equilíbrio onde se ajustam as **variáveis** físicas das quantidades de bens e serviços ambientais usados (a **escala**). Desse modo, é a **alocação** dos investimentos em controle da e pagamento pela poluição, de acordo com a tecnologia e as preferências otimizadoras dos agentes, que determina a **escala** de uso dos recursos naturais.

Para a economia ecológica é preciso inverter este processo, começando pela determinação da escala sustentável de uso dos recursos naturais. Desse modo, o que eram variáveis de ajuste do processo (quantidade de bens e serviços ecossistêmicos a serem usados) passam agora a serem tratadas como parâmetros físicos de sustentabilidade ecológica, aos quais deverão se ajustar as (agora) variáveis não-físicas da tecnologia e das preferências. Dada a tecnologia estas últimas passam, portanto, a serem limitadas pela escala. A determinação de uma **escala sustentável**, por sua vez, envolve valores outros que a busca individual de maximização do ganho ou do bem estar, como a solidariedade inter e intra-gerações. Valores estes que têm que se afirmar num contexto de controvérsias e incertezas científicas em casos complexos como aqueles dos problemas ambientais globais. Nestes casos, a determinação da escala que

(32) Metodologias estas têm suas limitações específicas e que são aplicadas sem uma adequada avaliação ecossistêmica. Para uma avaliação críticas destas metodologias ver Romeiro e Maia (2011).

se considere sustentável só pode ser realizada através de processos coletivos de tomada de decisão, tendo em perspectiva a aplicação do **Princípio da Precaução**.

Desse modo, sem uma intervenção coletiva que defina a escala que a sociedade considere sustentável, a melhoria da qualidade ambiental induzida pela degradação ambiental (a curva de Kuznets ambiental) tende a se limitar àquela degradação que afeta o nível de bem estar dos próprios agentes que tomam a decisão (como a provocada pelas emissões de gases sulfurosos, de particulados, o despejo de esgoto doméstico, etc.), deixando de lado aquela cujos efeitos envolvem custos mais dispersos e de longo prazo, como é o caso por exemplo da degradação provocada pela emissão de dióxido de carbono causadora do efeito estufa (Arrow et al. 1995)³³.

Uma vez determinada a **escala** sustentável, imediatamente surge a questão da **distribuição** do direito de acesso, tornado restrito, a um determinado bem ou serviço ecossistêmico. No esquema analítico convencional não existe esta questão, uma vez que não há limites ambientais. O critério básico da distribuição deve ser aquele que a sociedade considera justo. Uma vez definida a distribuição do direito de acesso por um critério de justiça aceito por todos, então a **alocação** dos recursos disponíveis entre investimentos em controle da poluição e investimentos em pagamento por poluir deve ser feita com base em critérios de mercado.

No caso do problema do aquecimento global as políticas propostas pelo Protocolo de Kyoto seguiram esta estrutura analítica. Uma **escala** sustentável de uso da capacidade de absorção de gases estufa foi definida³⁴ com base em critérios ecológicos; em seguida a **distribuição** de uso desta capacidade entre os países signatários foi estabelecida com base em critérios considerados justos (redução de emissões com base na contribuição de cada um); e, finalmente, a **alocação** dos investimentos foi deixada ao mercado de carbono, com o acréscimo do engenhoso MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo)³⁵.

(33) De modo geral, portanto, o declínio da poluição associado ao aumento da renda se deveu a reformas institucionais locais, tais como legislação ambiental e incentivos baseados em mecanismos de mercado, que não consideram suas conseqüências internacionais e intergeracionais. Em outras palavras, essas reformas não contribuem para evitar os problemas quando seus custos são suportados pelas populações (via de regra pobres) de outros países ou pelas futuras gerações, ou seja, não levam em conta os problemas relacionados à justiça distributiva e à escala.

(34) Por certo considerações econômicas (custo do ajuste) intervieram na definição do que deveria ter sido determinado apenas por considerações científicas.

(35) Este mecanismo, proposto pela representação brasileira, permite aos países em desenvolvimento não signatários participarem do mercado oficial de carbono; uma solução triplamente ganhadora: eficiência ambiental (redução das emissões), eficiência econômica (menor custo do ajuste nos países desenvolvidos) e eficiência social (criação de empregos e renda nos países em desenvolvimento).

Em relação ao segundo plano de ação, a estabilização do nível de emissões de calor e resíduos nos países desenvolvidos, que implica em fazer parar o crescimento econômico – crescimento zero, o problema é como fazê-lo sem gerar uma crise sócio-econômica (será discutido na seção 5 abaixo). No caso dos países em desenvolvimento o crescimento econômico é fundamental para eliminar a pobreza e a desigualdade. Para estas políticas como as defendidas pela UNEP (2011) e pelos ecodesenvolvimentistas de modo geral são as que devem ser implementadas³⁶. Política e operacionalmente, como foi visto na seção 2 acima, é possível programar um conjunto de políticas que levem a inovações institucionais, organizacionais e tecnológicas capazes de colocar estes países numa senda de crescimento sustentável até alcançar níveis de conforto material similares àqueles dos países desenvolvidos.

4 Considerações finais: Estado Estacionário e Bem-estar

O debate sobre crescimento zero ou mesmo decrescimento³⁷ vem aumentando fortemente no últimos anos. Há dois problemas a serem enfrentados simultaneamente para alcançar o que Daly (1996) denominou de **Estado Estacionário**³⁸: (a) o problema de parar o crescimento sem gerar uma crise sócio-econômica; (b) o problema das expectativas de consumo em sociedades de consumo.

A solução técnica para o primeiro problema é principalmente a de formulação de políticas macroeconômicas, uma macroeconomia ambiental. De modo mais específico, trata-se de enfrentar, por exemplo, o problema do emprego, da desigualdade e do estímulo às inovações tecnológicas. Os trabalhos pioneiros de Victor (2008), para a economia canadense e de Jackson (2009), para a economia britânica, apresentam alternativas de políticas macroeconômicas que permitiriam estabilizar o crescimento da produção tendo em conta estas questões: variações nas proporções entre investimento e consumo, mudanças na natureza e condições do investimento, maior investimento público, maiores restrições ambientais, aumento do emprego através da redução da

(36) Ver os últimos trabalhos do Prof. Sachs (2002, 2006, 2007).

(37) Georgescu-Roegen acreditava que iria ser preciso o decrescimento para que a humanidade pudesse estender consideravelmente seu tempo de vida na terra. A hipótese é a de que o atual nível de produção e consumo dos países desenvolvidos não é generalizável para todos os países; é necessário, portanto, que estes decresçam para dar espaço para o necessário crescimento dos países pobres. Ver www.degrowth.org.

(38) A idéia de Estado Estacionário (“Steady-State”) de Daly (1996) foi inspirada em John Stuart Mill que, diante do potencial da revolução industrial para superar a pobreza histórica da humanidade, já no século XIX vislumbrava a necessidade de estabilizar a produção material em função dos limites ambientais enfatizando que afinal, as atividades mais importantes não dependiam do crescimento econômico perpétuo, como ‘educação, arte, religião, pesquisa básica, esportes e as relações humanas’.

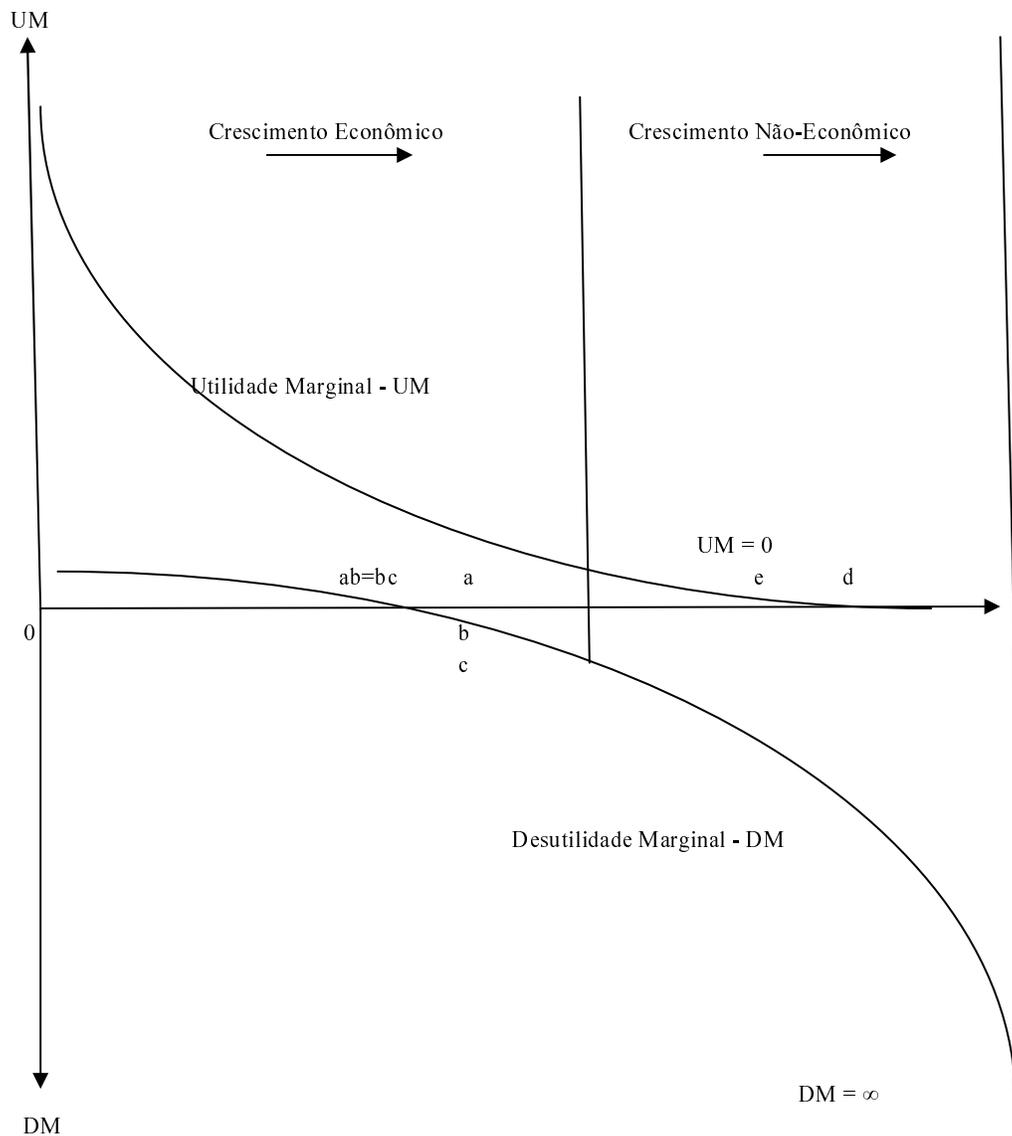
jornada de trabalho, reforma tributária neutra que penaliza o uso intensivo de recursos naturais, entre outras políticas.

A legitimidade para a implementação destas políticas depende da solução do segundo problema, aquele das expectativas de consumo que tornam legítimas as políticas opostas, de estímulo ao crescimento. É preciso não perder de vista que a emergência de sociedades de consumo de massa foi algo inédito na história humana, libertando a grande massa da população da opressão da pobreza. Foi o resultado de um processo de crescimento econômico sustentado. Este, por sua vez, só foi possível quando determinadas condições culturais/institucionais coincidiram, na Europa Medieval, com determinadas condições político/geográficas de modo a tornar possível a introdução sistemática de inovações tecnológicas, organizacionais e institucionais, dando origem ao que Braudel (1979) chamou de **Civilização Mutante**³⁹.

A aceitação, por parte da população, de restrições ambientais que envolvam algum tipo de sacrifício em benefício de populações de outros países e/ou de um futuro longínquo implica, forçosamente, uma certa dose de altruísmo, em especial se estas restrições visam parar o crescimento econômico (Romeiro, A. R. 2000). Entretanto, esse necessário altruísmo legitimador de políticas de crescimento zero poderá ser reforçado pela percepção crescente de que o nível de conforto material atual é mais do que suficiente e que continuar o esforço de crescimento produzirá mais malefícios que benefícios. Uma sensação de que se poderia estar entrando no que Daly e Farley (2004) chamaram de crescimento não-econômico (Gráfico 3 abaixo), onde o aumento da satisfação (utilidade) trazido pelo crescimento econômico é menor do que o aumento da insatisfação (desutilidade).

(39) No Ocidente medieval a visão antropocêntrica sobre o sentido da presença humana na terra derivada da cosmologia judaico-cristã, na qual os seres humanos foram criados por Deus à sua imagem e semelhança e aos quais toda a terra e seus recursos estão submetidas, coincidiu com a fragmentação territorial e, dentro das regiões, a divisão de poder entre o centro (a coroa) e o senhor feudal local, implicando a existência de múltiplos centros de decisão. A primeira representou uma extraordinária mudança de mentalidade na história da humanidade e contribuiu para uma atitude fortemente pró-ativa no sentido de manipular e transformar a natureza, inventando novos métodos e procedimentos. A segunda tornou possível a expressão da primeira na medida em que permitiu aos agentes inovadores barganhar suas idéias com dirigentes em competição mútua. Ver White (1970, 1978); Jones (1993); Mokyr (1990); Landes (1997), entre outros.

Gráfico 3
Crescimento Não-Econômico



A curva de desutilidade marginal é crescente porque reflete os efeitos negativos do crescimento econômico sobre o bem estar, entre eles o causado pela degradação ambiental e outros fatores de risco, bem como pelo aumento da entropia social⁴⁰. Em relação à curva de utilidade marginal, ela é decrescente na medida em que

(40) A expressão 'entropia social' vem sendo usada para definir situações de degradação social, como desestruturação familiar, solidão, gravidez de adolescentes, etc.

a satisfação inicial de necessidades mais básicas gera uma utilidade maior do que o consumo subsequente de bens menos imprescindíveis. Daly e Farley (2004) chamam atenção para o fato desta regra básica da economia neoclássica não ter sido pensada inter-geracionalmente. Como a geração atual parte de um nível de conforto material já elevado, o aumento da renda e o conseqüente aumento do consumo deveriam resultar num ganho de utilidade menor do que aquele obtido pela geração anterior. Na verdade, foi constatado que este ganho tendeu a ser nulo! Pesquisas nos EUA sobre a sensação de felicidade da população realizados regularmente por institutos de opinião como Gallup e National Opinion Research Center mostram que o crescimento da renda não fora acompanhado de um aumento da felicidade das pessoas tal como elas percebiam isto. Havia uma correlação positiva, no mesmo período de tempo, entre nível de renda e grau de felicidade declarada - ou seja, uma maior proporção de pessoas se declarava feliz nos extratos superiores de renda; entretanto, em séries temporais essa correlação desaparecia: a proporção de pessoas se declarando felizes permanecia constante.

O primeiro caso não surpreende, até certo ponto, na medida em que sair da pobreza e ampliar a capacidade de acesso a bens e serviços é sempre um motivo de alívio e satisfação. O segundo resultado, aparentemente paradoxal (o “Paradoxo de Easterlin”), mostra que o fato das pessoas consumirem mais que a geração precedente não traz maior satisfação. Segundo Abramovitz (1989), este fato se explicaria por um conjunto de fatos psico-culturais. Um dos mais importantes seria o fato de que a satisfação que cada indivíduo obtém com o aumento de sua capacidade de consumo é relativa à capacidade de consumo dos demais concidadãos; ou seja, se a renda aumenta para a sociedade como um todo, a percepção do aumento da capacidade de consumo se esvanece. Assim, o cidadão americano dos anos 90 embora tenha uma capacidade de consumo muito superior à de seu avô ou bisavô, não a percebe como algo capaz de fazê-lo mais feliz por isso.

Em síntese, do ponto de vista da economia ecológica desenvolvimento sustentável deveria se entendido como um processo de melhoria do bem-estar humano com base numa produção material/energética que garanta o conforto que se considere adequado e esteja estabilizada num nível compatível com os limites termodinâmicos do planeta. Implica, portanto, um Estado Estacionário onde o crescimento do consumo como fator de emulação social cede lugar ao crescimento cultural, psicológico e espiritual. Um processo de desenvolvimento como liberdade, tal como o define Sen (1999), de melhora permanente das condições necessárias para a realização plena da ‘capacidade que as pessoas têm de florescer’.

Bibliografia

- ABRAMOVITZ, M. *Thinking about growth*. Cambridge University Press, 1989.
- ALTVATER, E. *O preço da riqueza*. Editora da Unesp, 1992.
- AMADO, N B.; SAUER, I. L. *Observations on perpetual economic growth*. PPGE/IEE-USP, 2010. (Texto para Discussão).
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Degradação ambiental e teoria econômica: algumas reflexões sobre uma 'Economia dos Ecossistemas'. *Economia*, Brasília, ANPEC, v. 12, n. 1, jan./abr. 2011a.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. From empty to full world. *Economia e Sociedade*. 2011b. No prelo.
- ARRIGHI, G. *A ilusão do desenvolvimento*. Petrópolis: Ed. Vozes, 1997.
- ARROW, K. et al. Economic growth, carrying capacity and the environment. *Science*, n. 268, Apr. 1995.
- ATKINSON, G. et al. *Measuring sustainable development: macroeconomics and the environment*. Cheltenham: Edward Elgar, 1997.
- BAUMOL, W. J. On the possibility of continuing expansion of finite resources. *Kyklos*, v. 39, n. 2, 1986.
- BISHOP, R. C. Economics of endangered species. *American Journal of Agricultural Economics*, n. 60, 1978.
- BOULDING, K. E. The economics of the coming spaceship earth. *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore: Resources for the Future/John Hopkins University Press, H. Janet Ed. 1966.
- BRAUDEL, F. *Civilisation matérielle, économie et capitalisme*. Paris: Armand Collin, 1979.
- BRUNDTLAND, G. H. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CHECHIN, A. *A natureza como limite da economia*. A contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Ed. Senac-Edusp, 2010.
- CIRIACY-WANTRUP, von S. *Resource conservation: economics and policies*. Berkeley: University of California Press, 1952.
- DALY, H. *Beyond growth*. The economics of sustainable development. Boston: Beacon Press, 1996.
- DALY, H.; FARLEY, J. *Ecological economics*. Principles and applications. Washington: Island Press, 2004.

- DEQUECH, D. Uncertainty: a typology and refinements of existing concepts. *Journal of Economic Issues*, v. 45, 2011.
- DESA. The great green technological transformation. *World Economic and Social Survey*. United Nations, 2011.
- FRIEDMAN, B. *The moral consequences of economic growth*. New York: Alfred A. Knopf, 2005.
- FRANK, G. *Capitalism and underdevelopment in Latin America*. New York: Monthly Review Press, 1967.
- FURTADO, C. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1961.
- FURTADO, C. *O mito do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1974.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press, 1971.
- GODARD, O. Environnement et théorie économique: de l'internalisation des effets externes au développement soutenable. In: SEMINAIRE ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT, École Nationale de la Magistrature, Paris, 1992.
- GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 110, n. 2, 1995.
- HOURCADE, J-C. Précaution et approche séquentielle de la décision face aux risques climatiques de l'effet de serre. In: GODARD, O. (Ed.). *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*. Paris: Editions de la MSH/INRA, 1997.
- JACKSON, T. *Prosperity without growth? The transition to a sustainable economy*. Sustainable Development Commission. UK, 2009.
- JONES, E. L. *The European Miracle*. Environments, economies and the geopolitics in the history of Europe and Asia. Cambridge University Press, 1993.
- KRUTILLA, J. V.; FISHER, A. C. *The economics of natural environments: studies in the valuation of commodity and amenity resources*. 2 ed. Washington DC: Resources for the Future, 1985.
- LANDES, D. *The wealth and the poverty of nations*. Why some are so rich and some so poor, W.W. Norton & Company, NY, 1998.
- MEADOWS, Donella.H.; MEADOWS, Denis L.; RANDERS, Jorgen; BEHRENS III, W.W. *The limits to growth*. New York: Universe Books, 1972.
- MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Denis L.; RANDERS, Jorgen. *Beyond limits: confronting global collapse, envisioning a sustainable future*. Chelsea Green Publishing Company, 1992.

- MOKYR, J. *The lever of riches*. Oxford University Press, 1990.
- NORDHAUS, W. Reflexions on the economics of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, v. 7, n. 4, 1993.
- NORDHAUS, W. *A question of balance*. Weighing the options on global warming policies. New Haven: Yale University Press, 2008.
- PEARCE, D.; TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*. New York: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- PREBISCH, R. (1949). El desarrollo economic de la America Latina y algunos de sus problemas. In: GURRIERI, A. *La obra de Prebisch en la CEPAL*. México: Fondo de Cultura Económica, 1982.
- RANDALL, A.; FARMER, M. C. Benefits, costs, and the safe minimum standard of conservation. In: BROMLEY, D.W. (Ed.). *The handbook of environmental economics*. Oxford/UK and Cambridge/USA: Blackwell Handbooks in Economics, 1995.
- ROCKSTROM, J. et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, n. 461, 2009a.
- ROCKSTROM, J. et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, v. 14, n. 2, 2009b.
- ROMEIRO, A. R. *Sustainable development and institutional change: the role of altruistic behavior*. Campinas, IE/Unicamp, 2000. (Texto para Discussão, n. 97).
- ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. (Org.). *Economia do meio ambiente*. Rio de Janeiro: Ed. Campos-Elsevier, 2009.
- ROMEIRO, A. R.; MAIA, A. G. *Avaliação econômica (monetária) do meio ambiente*. Avaliação de custos e benefícios ambientais. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública – ENAP, 2010.
- ROSTOW, W. W. *The stages of economic growth*. Cambridge University Press, 1960.
- SACHS, I. *Ecodesenvolvimento, crescer sem destruir*. São Paulo: Editora Vértice, 1981.
- SACHS, I. *Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento*. São Paulo: Editora Vértice, 1986.
- SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- SACHS, I. *Desenvolvimento incluyente, sustentável e sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.
- SACHS, I. *Rumo à ecossocioeconomia – Teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SANTOS, T. *A teoria da dependência: balanço e perspectivas*. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 2000.

STERN REVIEW. *The economics of climate change*. 2006. Disponível em: www.hm-reasury.gov.uk/stern_review_report.htm#primaryContent,

SEN, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

SOLOW, R. The economics of resources or the resources of economics. *American Economic Review*, v. 64, n. 2, 1974.

VALE, P. M. *Economia das mudanças climáticas: uma avaliação dos principais modelos*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente)–Instituto de Economia da Unicamp, 2011.

VEIGA, J. E. *Desenvolvimento sustentável. O desafio do século XX*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VICTOR, P. *Managing without growth – slower by design not disaster*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2008.

UNEP. *Greening the economy. Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environmental Program Report, 2011.

WHITE, L. *Dynamo and virgil reconsidered*. Essays on the dynamism of western culture, 1970.

WHITE, L. *Medieval religion and technology*. Collected Essays. University of California Press. 1978.