Naturalizando o capital, capitalizando a natureza: o conceito de capital natural no desenvolvimento sustentável[1]

Gilberto Tadeu Lima[2]

Resumo

O presente artigo aborda criticamente a problemática do desenvolvimento sustentável da perspectiva do conceito de capital natural. Nela, os ativos ambientais são tratados como guardando uma considerável similaridade com as formas manufaturadas ou artificiais de capital, viabilizando assim a obtenção de resultados definidos sob a forma de indicadores variados de sustentabilidade.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Capital natural; Valoração monetária; Indicadores de sustentabilidade.

Abstract

This paper analyses critically the issue of sustainable development from the perspective of the concept of natural capital. From this perspective, environmental assets can be treated as being similar to artificial or manufactured capital, thus allowing the generation of definite results in terms of several indicators of sustainability.

Key words: Sustainable development; Natural capital; Monetary valuation; Indicators of sustainability.

Introdução

O presente artigo aborda a problemática do desenvolvimento ecologicamente sustentável da perspectiva do conceito de capital natural, por meio do qual os ativos ambientais – e, muitas vezes, a própria natureza em si – são tratados como guardando uma considerável similaridade com as formas manufaturadas ou artificiais de capital. Do ponto de vista analítico, esta presumida semelhança adquire conveniência ao facilitar sobremaneira a incorporação dos recursos naturais aos modelos econômicos tradicionais de produção, permitindo assim a obtenção de resultados definidos – sob a forma, por exemplo, de variados

---

(1) A elaboração deste artigo contou com pertinentes comentários e sugestões de Marcos Nobre e Maurício de Carvalho Amazonas, ambos, entretanto, estando isentos de qualquer responsabilidade pelo seu conteúdo final – qualquer que seja o significado de "conteúdo final" neste mundo de conhecimento incompleto, imperfeito e, portanto, relativo.

(2) Professor do Instituto de Economia da UNICAMP. E-mail: <glima@eco.unicamp.br>

"indicadores de sustentabilidade" – quanto aos efetivos limites ambientais "naturalmente" impostos ao processo de crescimento econômico e, de maneira mais ampla, ao próprio desenvolvimento.

Nesse contexto, analisa-se a seguir determinados aspectos problemáticos – e, muitas vezes, mesmo contraditórios – da concepção dos recursos naturais como compondo um agregado definível – e manipulável – economicamente como estoque de capital natural. Mais precisamente, procura-se problematizar uma pressuposição basilar subjacente ao conceito de capital natural empregado pela economia ecológica de inspiração neoclássica, qual seja, a de que a questão da sustentabilidade do desenvolvimento num mundo marcado por restrições ambientais é melhor enfocada tratando-se os recursos naturais como ativos compondo a capacidade produtiva da economia – e, no caso específico dos recursos naturais renováveis, como ativos resultantes da própria atividade produtiva da economia.

Apoiando-se em várias peças isoladas da vasta literatura sobre o tema, o artigo pretende com isso elaborar um inventário parcial e provisório de elementos teóricos e metodológicos que informem análises coerentes e consistentes dos pressupostos, implicações e limitações do conceito de capital natural.

1 Valorando o capital natural

Tendo privilegiado o conceito de capital natural como ponto de entrada na problemática da sustentabilidade do desenvolvimento, a maioria das elaborações de inspiração neoclássica opta então por formas monetárias de valoração dos componentes do estoque de capital natural da economia.[3] Orientada por uma crença na superioridade do mercado como mecanismo de alocação de recursos em geral, essa valoração monetária do capital natural normalmente é realizada através de preços de mercado, os quais são vistos como os melhores estimadores do grau de escassez relativa dos bens e serviços circulando na economia. Embora autores alinhados com essa concepção – El Serafy (1991), por exemplo – não deixem de reconhecer que não é possível tabular a totalidade dos ativos e lhes atribuir um valor monetário correspondente, os mecanismos de mercado são encarados como

(3) Muito embora o capital natural – ou, com menor frequência, o capital ambiental – seja atualmente a variável-chave dessas elaborações, o conceito em si – bem como a analogia subjacente – não é tão recente assim. Irving Fisher (1904), um dos precursores da abordagem neoclássica, utilizou recursos ambientais como lagos e rios para ilustrar os conceitos de estoque e fluxo de capital físico.

os mais adequados – ainda que nem sempre suficientes – para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento face às restrições ambientais.

Na sua definição neoclássica, convém lembrar, o objeto da ciência econômica diz respeito ao gerenciamento racional da finitude dos recursos produtivos num mundo supostamente marcado por uma infinitude das necessidades humanas. Apresentada como um fenômeno essencialmente "natural", essa correspondente escassez relativa seria melhor administrada pelo sistema de mercado, uma vez que nele os preços refletiriam corretamente a referida escassez relativa dos bens e serviços em circulação. Em outras palavras, a economia neoclássica centra-se na alocação eficiente de recursos escassos a fins presentes e futuros alternativos através do sistema de preços de mercado. Não surpreende, portanto, que o arcabouço neoclássico seja visto por seus adeptos como o "naturalmente" mais adequado para o tratamento teórico-conceitual da problemática da sustentabilidade do desenvolvimento: em última análise, trata-se "apenas" de administrar eficientemente essa outra dimensão da escassez mais geral.[4]

Victor (1991), entretanto, detectou uma possível contradição subjacente à tentativa neoclássica de buscar indicadores de escassez e sustentabilidade baseados em preços de mercado: se os mercados de recursos naturais funcionassem mais ou menos de acordo com os preceitos da teoria neoclássica, então esses recursos estariam sendo alocados de maneira eficiente ao longo do tempo. Nessas circunstâncias, os indicadores de preços, custos e lucros dos recursos seriam corretos mas de reduzida importância prática, uma vez que, por hipótese, nenhuma intervenção de política pública seria necessária quando o mercado estivesse funcionando adequadamente. Caso os mercados de recursos não estivessem funcionando de acordo com o modelo neoclássico, entretanto, por causa seja de imperfeições de mercado ou de os efeitos ambientais não estarem refletidos nos preços, então a necessidade de indicadores se tornaria importante. Nessas circunstâncias, infelizmente, os indicadores oferecidos pela teoria neoclássica não serviriam, dado que as hipóteses necessárias à sua significância normativa não estariam prevalecendo.

Por outro lado, não devemos ignorar como a distribuição de renda (como melhor elaborado em seção a seguir), as instituições e o conhecimento humano

(4) Uma detalhada análise crítica do tratamento dispensado pela economia neoclássica às questões ambientais pode ser encontrada em Amazonas (1994, 1997), onde são discutidas tanto as isoladas formulações neoclássicas originais sobre a temática ambiental como suas reformulações mais recentes.

afetam o processo de formação dos preços e, consequentemente, sua interpretação (Norgaard, 1997). Sendo assim, os preços de mercado não podem ser entendidos como expressando a real disponibilidade de recursos e serviços ambientais. Nessa mesma linha, Norgaard (1990) demonstra que os argumentos teóricos utilizados na literatura sobre indicadores econômicos da escassez de longo prazo dos recursos naturais são logicamente falhos. Se os alocadores fossem informados da natureza da escassez do recurso, seu comportamento e os indicadores econômicos daí derivados refletiriam essa escassez. Mas se eles tivessem essa informação, nós poderíamos simplesmente lhes perguntar se os recursos são escassos. Se eles não são informados, seu comportamento e os indicadores daí derivados tenderão a refletir essa ignorância. Infelizmente, não existe forma de saber se eles são informados ou não a menos que já saibamos se os recursos são escassos. Ademais, como colocado por Victor (1991), o fato de o estoque de capital natural não estar plenamente inventoriado faz com que medidas de sua depreciação contenham uma inevitável dose de arbitrariedade.

Noutros termos, esses indicadores econômicos de escassez de longo prazo, baseados que são nos modelos de Ricardo e Hotelling, assumem não apenas que os recursos são escassos, mas, inclusive, que os alocadores desses recursos estão informados dessa escassez e daí deduzem trajetórias de preços e custos. Caso os alocadores de recursos não detenham esse grau de informação, entretanto, essas trajetórias de custos e preços geradas por suas decisões tenderá a refletir essa sua ignorância. Mas para saber se os alocadores são ou não informados, precisamos saber se os recursos são escassos. Uma vez que esta é a questão original, o exercício é logicamente impossível.[5]

Ainda segundo Victor (1991), outro sério problema da valoração monetária – via preços de mercado – do capital natural é que esses preços não refletem adequadamente as diversas externalidades ambientais. E isso com o agravante que devido ao caráter profundamente interligado da estrutura de preços de mercado, todo o sistema de preços acaba tendo sua funcionalidade alocativa comprometida; de fato, é possível demonstrar formalmente que essa valoração inadequada do capital natural afeta todos os preços de mercado, e não apenas os preços das mercadorias cuja produção e consumo dependem diretamente do capital natural.

(5) No modelo Ricardiano, os alocadores de recursos devem saber que recursos são de qualidade mais alta, de maneira que eles possam ser utilizados primeiro. O modelo de Hotelling, por sua vez, assume que os alocadores têm conhecimento de muito mais: o estoque total de recursos, o curso do desenvolvimento tecnológico e mesmo a evolução futura da demanda. Vide Pearce & Turner (1990) e Amazonas (1994) para um maior detalhamento desses modelos.

Por outro lado, quanto mais sérias forem a degradação e a depleção do capital natural através de processos extra-mercado, mais inadequados serão então os preços de mercado para a valoração do capital natural e manufaturado. Sendo assim, o próprio problema que a valoração do capital natural é suposta resolver – ou seja, mostrar se determinada economia está se desenvolvendo sustentavelmente ou não – acaba por minar a validade de se usar preços de mercado para alcançar uma solução; por não necessariamente captarem adequadamente os interesses das gerações futuras, por exemplo, esses preços acabam sendo de reduzida relevância normativa para a valoração do estoque de capital natural.

Não obstante todas essas limitações da valoração monetária, Pearce et al. (1990) identificam três abordagens possíveis da questão da aferição da constância do estoque de capital natural e da correspondente determinação de um indicador adequado de sustentabilidade, quais sejam, a do estoque físico constante, a da constância do valor presente dos estoques e a dos fluxos de renda constantes. Eles acabam então optando por medidas monetárias por acreditarem que a constância do estoque físico de capital, embora bastante conveniente em se tratando dos recursos renováveis, seria pouco relevante para os não-renováveis, para os quais qualquer taxa positiva de uso reduz o estoque existente.

Com bem ressalvaram Wackernagel & Rees (1997), contudo, a utilização de valores monetários como uma medida da constância do estoque de capital natural é altamente inadequada do ponto de vista da sustentabilidade ecológica, isso ocorrendo por duas razões. A primeira é que a constância do valor monetário de um estoque de recursos ambientais pode muito bem resultar da depleção física desse estoque. A segunda é que fluxos estáveis de renda podem muito bem resultar de preços marginais crescentes para os ativos ambientais cujos estoques correspondentes estão declinando. Numa critica direta à noção proposta por Pearce & Turner (1990) de constância do capital natural como constância de seu valor monetário real, Victor (1991) observou que os preços de mercado dos recursos naturais refletem condições na margem, de maneira que sua utilização na valoração de estoques inteiros tende a gerar resultados perversos. Por exemplo, é plenamente possível que o preço de um ativo ambiental cresça ao longo do tempo à mesma taxa – ou mesmo a uma taxa mais elevada – que a taxa de redução no estoque físico do recurso, o que vai resultar na constância – ou mesmo na elevação – do valor monetário do estoque desse ativo ambiental.

Portanto, valores monetários podem criar a ilusão de estoques constantes quando os estoques físicos estão efetivamente diminuindo. Mais

fundamentalmente, colocam Wackernagel & Rees (1997), os preços de mercado nada dizem sobre estoques e processos que estão à margem do mercado (a camada de ozônio, por exemplo) mas que são ecologicamente essenciais, nem sobre certas funções ecossistêmicas cujo valor para a humanidade não é revelado até que estejam sob ameaça ou mesmo desapareçam.

Além disso, a valoração monetária dos ativos ambientais encontra enormes obstáculos na questão da incomensurabilidade desses ativos. (Martinez-Alier, 1995). Por exemplo, 1 kw de energia obtida através de fontes hidrelétricas não é comensurável em termos monetários, uma vez internalizadas as externalidades, com 1 kw de energia nuclear, dado não sabermos que valores monetários atribuir a essas externalidades. Em verdade, essa valoração dependerá crucialmente do horizonte temporal em questão e da correspondente taxa de desconto, das incertezas quanto progresso tecnológico futuro e, como detalhado numa seção a seguir, da distribuição de renda. Pessoas mais pobres, por exemplo, tenderão a "cobrar" menos, em termos monetários, que pessoas mais ricas para incorrerem em certos riscos ambientais. Ou então, um determinado componente do capital natural pode ter um preço de mercado reduzido exatamente por pertencer a pessoas pobres e desprovidas de poder econômico, fazendo com que a destruição da natureza seja subvalorizada.[6] Por outro lado, essa incomensurabilidade econômica também resulta do fato de grande parte do estoque de recursos e serviços ambientais não estar – e, em vários casos, não poder estar – circulando no mercado como outra mercadoria qualquer (Victor, 1991).

2 Sustentando o capital natural

Como adiantado anteriormente, a concepção dos recursos ambientais como equivalentes aos ativos de capital artificial facilitou sobremaneira a incorporação desses recursos aos modelos econômicos de produção de inspiração neoclássica, o que permitiu a geração de variados indicadores de sustentabilidade do

(6) Como esclarecido em Martinez-Alier (1995), devemos entender por incomensurabilidade a inexistência de uma unidade comum de medida, o que não significa, contudo, que decisões alternativas não possam ser comparadas racionalmente com base em diferentes escalas de valor. Mas dado não ser possível, em termos ecológicos, atribuir corretamente valor presente a contingências futuras incertas e irreversíveis, além dessa valoração presente depender da distribuição de renda e dos direitos de propriedade, a economia ambiental carece de um padrão de medida comum. Como notado por Victor et al. (1995), daí, entre outras coisas, a arbitrariedade da agregação da miríade de itens do capital natural num estoque total definido subjacente aos modelos macroeconômicos de sustentabilidade de inspiração neoclássica – como Pearce & Atkinson (1993), por exemplo.

desenvolvimento em face das limitações ambientais da economia.[7] De fato, trata-se quase que meramente de incluir essa variável adicional – o capital natural – nas tradicionais funções de produção agregada, supor que essas funções são dotadas de certas propriedades convenientes e então derivar regras que assegurem a constância ao longo do tempo de alguma variável dependente dessas funções de produção – em geral, o consumo per capita do produto correspondente. Não obstante sua simplicidade formal, essa incorporação acaba por revelar uma série de outras limitações teóricas e práticas do conceito de capital natural.

Como elaborado em Daly (1994), Gutés (1996) e Stern (1997a), o conceito de sustentabilidade fraca (Solow, 1974) requer que o estoque total de capital permaneça constante ao longo do tempo. Por pressupor que a elasticidade de substituição entre o capital natural e o capital manufaturado é igual ou maior que a unidade, o conceito de sustentabilidade fraca é plenamente compatível com uma eventual redução do estoque do primeiro, bastando, para tanto, que o estoque do segundo cresça na devida proporção compensatória. O conceito de sustentabilidade forte, por sua vez, coloca como condição necessária que o estoque de capital natural deve ser mantido constante, dada a impossibilidade de substituição do capital natural por qualquer outra forma de capital manufaturado. Uma posição intermediária está baseada no conceito de "capital natural crítico", para o qual a substitutibilidade entre capital natural e capital manufaturado é apenas parcial. Dada a existência de determinados estoques de "capital natural crítico" para os quais não existem substitutos, a condição necessária para a sustentabilidade, portanto, é que esses estoques críticos permaneçam constantes ao longo do tempo.

Portanto, essas duas últimas abordagens conceituais da sustentabilidade do desenvolvimento assumem que existem limites inferiores para o estoque de capital natural necessário ao suporte da economia – tanto em termos da oferta de materiais e energia quanto em termos da capacidade assimiladora do meio-ambiente – e que certas categorias de capital natural crítico não podem ser substituídas por outras formas de capital manufaturado. Além da criticalidade (não-substitutibilidade) de alguns dos – ou mesmo de todos os – componentes do capital natural, outras razões

(7) Uma detalhada análise histórico-política das origens e significado atual do conceito correspondente de **Desenvolvimento sustentável** está contida em Nobre (1997), onde é traçado o processo de transformação dessa palavra em princípio discursivo e de ação de aceitação universal nas discussões ambientais a partir do final dos anos 70. Em Nobre (1998), por sua vez, é analisado minuciosamente como a teoria econômica, particularmente a de extração neoclássica, se tornou hegemônica no debate ambiental desde então, um processo que está intimamente ligado aos rumos dos debates e das práticas fundadas na noção de desenvolvimento sustentável. Romeiro (1999), por outro ângulo, discute o conceito de desenvolvimento sustentável e suas implicações em termos de mudança da racionalidade econômica dominante e do estilo de vida correspondente.

para que seu estoque seja mantido – total ou parcialmente – constante incluem, por exemplo, a inescapável incerteza quanto ao funcionamento e ao valor total do ecosistema e a irreversibilidades de certas perdas ou degradações ambientais.

Como destacado em Gutés (1996), o conceito de sustentabilidade fraca é uma aplicação direta da regra de poupança-investimento oriunda da teoria neoclássica do crescimento com recursos exauríveis desenvolvida nas décadas de 1970 e 1980 (Solow, 1974; Stiglitz, 1974; Hartwick, 1977; Dasgupta & Heal, 1979 e Solow, 1986). De fato, uma conclusão básica dessa literatura (Solow, 1974, por exemplo) é que a existência de um estoque finito de recursos naturais exauríveis seria compatível com uma trajetória não-decrescente de consumo per capita ao longo do tempo, bastando, para tanto, que a elasticidade de substituição entre capital natural e capital manufaturado não seja menor que a unidade. Por exemplo, o índice de sustentabilidade fraca apresentado em Pearce & Atkinson (1993), segundo o qual o estoque de capital total permanecerá constante caso a poupança agregada seja igual ao somatório da depreciação de todas as formas de capital, pode ser interpretada como uma variante da regra de poupança-investimento derivada em Solow (1974).

Assim sendo, mesmo que os esforços para gerar índices monetizados do capital natural e do capital manufaturado sejam bem sucedidos, ainda permanece aberta a questão do grau de substituição entre eles. Valorar ambas as categorias de capital usando um numerário comum equivale a simplesmente assumir – ao invés de demonstrar – que eles são substitutos próximos, quando a lição das ciências naturais é que as possibilidades de substituição são muitíssimo limitadas. Na verdade, a sustentabilidade fraca, ao assumir a substituição do capital manufaturado pelo capital natural, desvia a atenção da questão certamente mais crítica de sua não-substituição: ela pressupõe extensivas possibilidades de substituição através da mudança tecnológica sendo que as verdadeiras ameaças ao desenvolvimento sustentável derivam exatamente do fato de algumas funções do capital natural serem indispensáveis e, portanto, não-substituíveis. Segundo Stern (1997a), por outro lado, o requisito de manutenção de um estoque constante de capital natural é, de certa maneira, ainda mais bizarro que o de manutenção de um estoque não-declinante de capital total. Na sua visão, parece mais razoável supor que o capital manufaturado pode eventualmente substituir algumas das funções do capital natural que acreditar na possibilidade de os recursos naturais serem substitutos entre si.

Noutros termos, uma dimensão relevante da problemática da sustentabilidade é que somente sob certas condições técnicas é possível agregar consistentemente um determinado estoque de capital natural. Mais precisamente, somente sob certas condições quanto às possibilidades de substituição na produção e no consumo a manutenção de um certo estoque de capital agregado é suficiente para manter o bem estar intergeracional em face de estoques declinantes de recursos naturais. Como visto anteriormente, os diversos conceitos de sustentabilidade tratam o capital natural como uma categoria homogênea de capital, distinta do capital manufaturado. Diversas possibilidades de substituição são então estudadas com base no estabelecimento de graus de substitutibilidade entre essas duas categorias. Contudo, como relembrado por Gutés (1996) e Stern (1997a), agregar numa única categoria os diferentes componentes do estoque de capital natural (por exemplo, o crítico e o não-crítico) e introduzi-los numa função de produção como se fossem uma única categoria significa assumir implicitamente que essa função de produção é separável nesses componentes.

Em outras palavras, a construção de um índice de capital natural agregado somente é possível se a taxa marginal de substituição entre duas formas de capital natural for independente das quantidades de trabalho ou capital manufaturado empregadas – o que é altamente improvável dado que a exploração de inúmeros recursos naturais é simplesmente impraticável sem o concurso de grandes estoques de capital artificial. Por outro lado, mesmo que fosse possível determinar, para fins de agregação, os verdadeiros "preços de sustentabilidade" dos componentes do capital natural, somente para uma economia efetivamente se movendo ao longo de uma trajetória de crescimento sustentável seriam idênticos, quando medidos a preços de mercado, o máximo consumo sustentável e a renda nacional ajustada ambientalmente.

Além disso, a existência de possibilidades limitadas de substituição no consumo podem igualmente inviabilizar a determinação de agregados de capital natural adequados (Stern, 1997a, 1997b). Duas fontes significativas desse fenômeno são as necessidades básicas de subsistência e o papel diretamente desempenhado pelos ativos ambientais no bem estar. No primeiro caso, como já havia sido devidamente colocado por Daly (1977), a produção de bens e serviços voltados para a satisfação de necessidades básicas de subsistência – por exemplo, de alimentação e moradia – requer um mínimo de insumos de recursos naturais. No segundo caso, certos ativos ambientais – como a beleza natural, por exemplo – possuem um "valor de existência" que contribui diretamente para o bem estar, sendo esta forma de valor independente de qualquer "valor de uso" que possam assumir no processo produtivo.

Da perspectiva do conceito de capital natural, portanto, esses indicadores de sustentabilidade do desenvolvimento são frágeis em – pelo menos – dois aspectos gerais. Primeiro, na natureza bastante restritiva das suposições subjacentes ao conceito, tais como a agregação do capital em categorias sem qualquer teste empírico formal para suportar essa agregação e a valoração do capital natural através de preços de mercado reais ou fictícios. Segundo, no problema de como estimar apropriadamente a taxa de depreciação do capital natural, o que exige a difícil tarefa de decidir como valorar num numerário único a degradação ambiental.[8]

3 Distribuindo o capital natural

Como salientado por Martinez-Alier (1995) e Martinez-Alier & O'Connor (1996), a valoração monetária dos bens e serviços ambientais, através de preços de mercado, não é independente da distribuição de renda prevalecente na economia. Além disso, uma vez que vários recursos naturais e serviços ambientais, por não terem dono, estão fora do mercado, a atribuição de direitos de propriedade sobre eles e sua consequente inclusão no mercado alteraria a distribuição de renda e, portanto, a estrutura de preços. Portanto, essa não-separabilidade entre eficiência alocativa e distribuição se aplica não apenas à distribuição de renda, mas, inclusive, à própria distribuição ecológica. Como definido em Martinez-Alier & O'Connor (1996), por distribuição ecológica devemos entender as assimetrias sociais, espaciais e temporais tanto no acesso aos recursos e serviços ambientais como na repartição dos ônus da poluição e de outros rejeitos.

Como corolário, mesmo que fossem satisfeitas todas as condições necessárias à obtenção dos "preços de sustentabilidade" corretos, permitindo, assim, a correspondente agregação correta dos componentes do capital natural, esses "preços de sustentabilidade" forçosamente refletiriam custos de oportunidade e preferências reveladas que resultam da distribuição de renda entre indivíduos e organizações (Stern, 1997a). Por outro lado, o nível e a distribuição de renda afetam diretamente a demanda por diferentes bens e serviços ambientais. Num determinado país, por exemplo, uma distribuição de renda mais igualitária poderia

(8) De maneira mais ampla, Romeiro (1999) resgata várias das principais críticas a esses indicadores encontrados na literatura para então concluir pela necessidade de interpretar a sustentabilidade como uma situação cujo alcance e manutenção requer mudanças radicais na racionalidade econômica e nos estilos de vida prevalecentes.

aumentar o consumo de bens como água potável, reduzindo, por outro lado, a demanda por bens de luxo, o que tenderia a afetar as condições de sustentabilidade do desenvolvimento.

Portanto, os preços de mercado dependem da distribuição de renda e da atribuição de direitos de propriedade aos vários elementos do capital natural, de maneira que a discussão em torno da sustentabilidade de um determinado padrão de desenvolvimento passa necessariamente por considerações de natureza distributiva. À diferentes padrões distributivos, por exemplo, corresponderão diferentes possibilidades de sustentabilidade do desenvolvimento, implicando que certos padrões distributivos são mais adequados que outros no atendimento do requisito de sustentabilidade.

Convém destacar que essa dependência dos preços em relação à distribuição é uma característica distintiva da abordagem neo-ricardiana em sua versão sraffiana. Dado que nessa abordagem os preços dependem da distribuição de renda entre salários e lucros, a valoração monetária do estoque de capital manufaturado depende, por assim dizer, do conflito de classes. Enquanto na abordagem neoclássica a remuneração dos proprietários do capital – sob a forma de lucros – é vista como dependente da produtividade marginal desse capital, na abordagem sraffiana o estoque de capital é concebido como uma coleção heterogênea de meios de produção – muitos deles "produzidos" pela própria atividade econômica – cujo valor econômico depende do conflito distributivo entre assalariados e detentores desse capital.[9] No caso do estoque de capital natural, sua valoração monetária depende não somente da distribuição de renda, mas, inclusive, das decisões prévias quanto ao que incluir nesse estoque, por um lado, e da atribuição de direitos de propriedade sobre seus componentes, por outro lado. Na visão de alguns autores – Victor (1991) e Victor et al. (1996), por exemplo –, o fato de o estoque de capital natural ser mais heterogêneo que o estoque de capital manufaturado torna sua valoração monetária ainda mais problemática.

Do ponto de vista da abordagem neo-ricardiana à la Sraffa, portanto, os vários indicadores convencionais de sustentabilidade descritos anteriormente, baseados que são em formas monetárias de valoração do capital natural, são inescapavelmente arbitrários, não captando adequadamente, por conseguinte, as restrições ambientais enfrentadas pela sociedade no exercício de sua atividades

(9) De fato, esse conceito "social", digamos assim, de capital – assim como as enormes dificuldades inerentes à sua quantificação e valoração – esteve no centro dos intensos debates nas décadas de 1950 e 1960 entre autores neoclássicos e sraffianos sobre a teoria do capital e a distribuição de renda.

econômicas. Como alternativa, alguns autores críticos da abordagem neoclássica têm procurado desenvolver modelos formais neo-ricardianos à la Sraffa para analisar certos aspectos relativos aos limites ambientais impostos à atividade econômica. Martinez-Alier & O'Connor (1996), por exemplo, elaboram um interessante modelo sraffiano que não apenas mostra formalmente a dependência do valor econômico dos bens e serviços ambientais em relação ao perfil da distribuição ecológica e de renda, mas, inclusive, permite analisar determinados condicionantes da "reprodutibilidade" – em oposição ao enfoque da "sustentabilidade", tido como demasiado restrito – do sistema econômico.[10]

Outro importante canal através do qual elementos distributivos afetam as condições de sustentabilidade do desenvolvimento é a taxa de desconto intertemporal. Mais precisamente, essa sensibilidade da alocação de recursos em relação à distribuição tem implicações relevantes para a questão da taxa de desconto temporal apropriada para uma economia ecológica, ou seja, a taxa correspondente à "produtividade do capital sustentável" (Martinez-Alier & O'Connor 1996). De maneira mais ampla, esses autores demonstram que existe uma interdependência entre a distribuição intergeracional dos direitos de propriedade e o preço relativo dos bens e serviços tanto dentro de cada período de produção como entre diferentes períodos de produção. De fato, Howarth & Norgaard (1990, 1992, 1993) demonstram como a valoração relativa de uma externalidade, bem como o preço relativo de um bem de um período ao seguinte – ou seja, a taxa de juros de um período ao seguinte – depende da distribuição intergeracional dos direitos de propriedade.

Na perspectiva de Norgaard (1997), mercados para serviços ambientais frequentemente não existem – ou não funcionam de maneira eficiente – devido às interconexões inerentes aos sistemas ambientais. Nesse sentido, as indagações da economia ambiental têm nos ajudado a entender os limites dos sistemas de mercado, ainda que, por outro lado, inúmeros economistas ambientais de inspiração neoclássica apoiem a crescente utilização de mecanismos de mercado e construam técnicas cada vez mais elaboradas para a valoração de bens e serviços ambientais não-transacionados em mercado. Segundo esse autor, não existe nada de errado em

(10) Vide Perrings (1985, 1986, 1987), O'Connor (1993a, 1993b, 1994, 1996) e Erreygers (1996) para outros modelos sraffianos de algumas dimensões das complexas relações entre a economia e o ecossistema. Especificidades à parte, todos esses modelos formais adotam a ênfase da economia política clássica nas condições de "reprodutibilidade" geral do sistema econômico, o que lhes permite conceber os recursos naturais como cumprindo funções outras que não apenas a de um insumo produtivo a ser incorporado a uma função agregada de produção – com a qual seria então possível calcular corretamente sua produtividade física e, consequentemente, sua efetiva contribuição para o processo produtivo.

adotar critérios de eficiência, pelo contrário, mas deve-se manter em mente que as economias podem ter várias alternativas distributivas para a alocação eficiente de seus recursos. Mais precisamente, distribuições alternativas dos direitos sobre os recursos afetam a alocação eficiente desses recursos e, portanto, a combinação de bens e serviços disponíveis para as gerações correntes e futuras, de maneira que o modelo econômico será incompleto caso a distribuição intergeracional seja ignorada. Os modelos adotados pelos economistas ambientais neoclássicos, por sua vez, tomam implicitamente como dada a distribuição de renda e de direitos de propriedade prevalecente entre os membros da sociedade e entre diferentes gerações. Ao não mencionarem, por exemplo, a distribuição dos direitos de propriedade e aplicarem somente o critério do valor presente líquido, esses modelos assumem implicitamente que as gerações correntes detêm todos os direitos sobre os recursos.

Na mesma linha, Norgaard & Howarth (1991) argumentam que a controvérsia sobre a taxa de desconto intertemporal apropriada deriva, ao menos em parte, do fato de os economistas terem ignorado como estão interrelacionadas a equidade distributiva e a eficiência alocativa. Howarth & Norgaard (1990) desenvolvem um modelo simples de alocação de recursos numa economia de troca pura que mostra claramente como a trajetória intertemporal eficiente de uso dos recursos depende crucialmente da distribuição intergeracional de direitos sobre os recursos naturais. Norgaard & Howarth (1991) extendem esse modelo para mostrar formalmente como a taxa de juros – que numa economia ideal sem falhas de mercado é igual a taxa de desconto intertemporal – deriva da própria distribuição intergeracional de ativos econômicos. Segundo eles, embora a profissão ocasionalmente reconheça que uma determinada alocação de recursos pode ser intertemporalmente eficiente mas bastante desigual (Dasgupta & Heal, 1979, por exemplo), os economistas de inspiração neoclássica normalmente não mencionam que distribuições intergeracionais de recursos menos desiguais podem ser eficientemente alocadas. Noutras palavras, muita embora seja sabido que a alocação eficiente de recursos em modelos estáticos de equilíbrio geral depende da atribuição inicial de direitos de propriedade e da distribuição de renda então prevalecente, esse princípio tende a ser deixado de lado em análises mais sofisticadas da problemática da eficiência.

Na mesma linha de análise intergeracional, Martinez-Alier (1995) argumenta que a taxa de desconto intertemporal necessária à ponderação dos custos e benefícios futuros é realmente bastante duvidosa. De fato, as abordagens

alternativas à neoclássica tendem a argumentar que a seleção de uma taxa de desconto intertemporal representa um verdadeiro julgamento ético quanto a equidade intergeracional, não sendo, portanto, um problema a ser deixado a cargo dos mecanismos de mercado (Gowdy, 1991). Costanza & Daly (1992), por exemplo, sustentam que existe evidência de que o comportamento de desconto pode eventualmente ser sintomático de um comportamento perverso conhecido como armadilha social, situação em que os mecanismos indutores do comportamento de curto prazo são inconsistentes com os interesses globais de longo prazo do indivíduo ou da sociedade.

Colocando a problemática das condições de sustentabilidade do desenvolvimento numa perspectiva ainda mais ampla, alguns autores insistem que não se deve desvincular essas condições das relações sociais de poder dentro das quais as decisões econômicas fundamentais são tomadas. Nessa visão, não basta levar em conta apenas os limites ecológicos impostos ao crescimento pela escassez de recursos e as possibilidades abertas pelo progresso tecnológico e pela eficiência na gestão dos recursos em geral, sendo altamente necessário, inclusive, reconhecer o papel desempenhado pelas estruturas de poder na determinação do acesso social aos recursos naturais e aos direitos legais de apropriação desses recursos. Noutras palavras, a distribuição ecológica influencia enormemente a sustentabilidade de um certo padrão de desenvolvimento, sendo que essa distribuição não é determinada apenas por condições naturais, mas, inclusive, por elementos tecnológicos e sociais.

Na verdade, ressalta Leff (1996), a própria escassez ecológica não é determinada exclusivamente por condições naturais, sendo, inclusive, condicionada pelas formas vigentes de apropriação social e exploração econômica da natureza. E como a ciência não tem critérios intrínsecos para mediar os conflitos em jogo, não parece razoável naturalizarmos por completo os limites ecológicos impostos ao crescimento Esses critérios não podem derivar de uma suposta "racionalidade ecológica" pois o cálculo de custos e benefícios requer a atribuição de valores, sendo que a ecologia não tem como oferecer esse sistema de valoração independentemente da política. Com sua característica "naturalização" dos limites ambientais ao crescimento, acrescenta Leff (1996), a economia ecológica de inspiração neoclássica logra purgar sua abordagem economicista de qualquer elemento distributivo: as condições ecológicas são reduzidas a problemas ambientais e demográficos e a questão da distribuição dos custos ecológicos e sociais desaparece do foco teórico e político.

Na teoria neoclássica, por exemplo, conforme descrição de Martinez-Alier & O'Connor (1996), um preço zero para um bem ou serviço ambiental significa a sua não-escassez relativa durante o horizonte temporal considerado. Alternativamente, contudo, podemos olhar diretamente as relações de poder subjacentes ao processo de formação de preços. Um preço zero pode então significar não a inexistência de escassez per se, mas, sim, uma relação de poder numa situação de conflito. Por exemplo, poluentes ou rejeitos tóxicos podem ser descartados sob formas que degradem o hábitat de sobrevivência de outras pessoas que, entretanto, são incapazes de evitar aquilo. Embora essa situação possa ser interpretada como uma tradicional inequalidade de direitos e responsabilidades, é mais razoável interpretá-la diretamente em termos de poder, ou seja, da capacidade com que são dotados os grupos sociais dominantes de ignorar ou descontar as demandas de outros grupos direta ou indiretamente interessados ou afetados pela questão.

Noutros termos, o valor dessas externalidades negativas criadas é, teórica e empiricamente, produto de instituições e conflitos sociais. Em geral, como já mencionado anteriormente, se as pessoas prejudicadas são mais pobres e sem poder, então essas externalidades tenderão a ser subvaloradas. Como já havia sido enunciado em Martinez-Alier (1993), na questão da internalização das externalidades inevitavelmente prevalece o princípio do "pobre vende barato", de maneira que quando se fala no valor presente de uma externalidade, é inescapável perguntar "valor presente para quem?". Daí, entre outras coisas, os movimentos sociais em defesa do meio-ambiente serem concebidos nessa abordagem como expressões sociais de externalidades não-internalizadas.

4 Buscando indicadores biofísicos

Muito embora os diversos conceitos de sustentabilidade acima mencionados tenham o mérito de chamar a atenção para o problema da depreciação dos ativos ambientais, vimos que estimativas empíricas baseadas na valoração monetária do capital natural são enganosas. Como veremos brevemente a seguir, vários autores consideram mais adequado definir claramente restrições biofísicas para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento, insistindo na necessidade de

assegurar por outros mecanismos que não apenas os de mercado a proteção e a renovação dos ativos ambientais.[11]

A assim chamada abordagem termodinâmica é certamente aquela que tem dedicado maior atenção sistemática ao problema da insuficiência de indicadores baseados na valoração monetária de um determinado estoque de capital natural, sendo louvável sua busca de indicadores biofísicos mais adequados. De fato, os esforços de autores como Boulding (1966), Ayres & Kneese (1969), Georgescu-Roegen (1971), Victor (1972), Daly (1977) e Perrings (1987) representam uma importante tentativa de incorporar as leis da física à economia, o que imediatamente conduz à necessidade de adotarmos indicadores biofísicos de desenvolvimento sustentável e de impormos restrições biofísicas para que essa sustentabilidade seja eventualmente alcançada.

Duas são as correntes em que se subdivide a abordagem termodinâmica. Uma corrente se baseia na primeira lei da termodinâmica – a lei da conservação da matéria e da energia – para enfatizar a necessidade de balanceamento entre os insumos materiais e energéticos utilizados na atividade produtiva e os resíduos correspondentes. A outra corrente se baseia na segunda lei da termodinâmica, enfatizando o fato de a atividade econômica utilizar matéria e energia de baixa entropia e convertê-las em matéria e energia de alta entropia. No longuíssimo prazo, essa inevitabilidade da crescente entropia do sistema econômico implica que o desenvolvimento sustentável não é alcançável.

Na avaliação de Gowdy (1994), assegurar a sustentabilidade ambiental requer muito mais que a catalogação e a correspondente atribuição de valor econômico aos componentes do capital natural. Ainda que as múltiplas contribuições do capital natural fossem devidamente isoladas e corretamente precificadas pelo mercado, isso não asseguraria a sustentabilidade ambiental. Em termos econômicos, o capital não é algo a ser mantido intacto, mas, sim, algo a ser utilizado na produção de bens e serviços transacionáveis no mercado. Numa economia de mercado, portanto, o capital natural será inevitavelmente destruído

(11) De maneira mais ampla, em oposição à abordagem neoclássica, encontra-se um campo de elaboração teórica formado por outras abordagens que se desenvolveram exatamente em oposição ao reducionismo individualista e ao hedonismo utilitarista neoclássicos. Essas abordagens, ao invés de utilizarem o indivíduo como centro analítico, tomam o ambiente institucional para tal; ao invés de tomarem as utilidades ou preferências individuais como elemento determinante dos valores econômicos, tomam esses valores como resultado da institucionalização de opções e conflitos sociais. Entre essas abordagens "institucionais", destacam-se, além da clássico-sraffiana resgatada no item anterior, a institucionalista, a regulacionista e a pós-keynesiana, estas três últimas discutidas detalhadamente, por exemplo, em Amazonas (1994, 1998).

caso o retorno obtenível com o seu uso "produtivo" seja superior, deduzidos os custos "econômicos" dessa destruição, ao obtenível com outras formas de investimento. Em outras palavras, a sustentabilidade ambiental não é "naturalmente" engendrada pela livre operação das forças de mercado, sendo, inclusive, eventualmente irracional em termos econômicos. Daí, portanto, a necessidade de definir claramente restrições biofísicos a serem diretamente respeitadas pela sociedade no exercício de suas atividades econômicas.

Na mesma linha, Wackernagel & Rees (1997) argumentam que a racionalidade econômica, longe de estimular investimentos em capital natural, acaba por acelerar a depleção dos estoques de capital natural, sendo esse um problema que as análises monetárias convencionais não conseguem detectar. Nesse contexto, os autores propõem uma medida biofísica dos estoques e fluxos naturais relevantes utilizando o conceito de pegada ecológica.[12] Seguindo Costanza & Daly (1992), utilizam um conceito amplo de capital natural, o qual inclui não somente os recursos biofísicos e depósitos de resíduos necessários ao suporte da atividade econômica humana, mas, inclusive, as relações entre as entidades e processos que fornecem suporte de vida à ecosfera. Com isso, o capital natural se refere a um estoque de ativos naturais que é capaz de produzir um fluxo sustentável, com a definição de sustentabilidade correspondente sendo que cada geração deve herdar um estoque de ativos biofísicos essenciais não-inferior ao estoque desses ativos herdados pela geração anterior.

Hinterberger et al. (1997), por sua vez, criticam a regra de poupança de Pearce & Atkinson (1993) contra-argumentando que não é a taxa de poupança da economia, mas, sim, seu estoque de insumos biofísico-materiais, que determina sua sustentabilidade. Para eles, a noção de capital natural trata a natureza como um mero ativo do tipo conta de poupança, o que certamente não seria o caso. Contudo, admitem que a metáfora do capital natural é útil para se ilustrar os problemas que surgem quando uma sociedade consome capital ao invés de renda, ainda que não nos habilite a dar os passos práticos em direção à sustentabilidade. Dado que os agentes econômicos necessitam de indicadores práticos que norteiem o ajustamento de seu comportamento econômico, esses autores acreditam ser mais sensato estimarmos a depreciação do capital natural pelos fluxos biofísico-materiais que

(12) A pegada ecológica, entendida por eles como a capacidade de carregamento apropriada de uma economia, é então definida como sendo a capacidade ecológica necessária para sustentar essa economia. Como uma primeira aproximação, uma pegada ecológica pode ser definida como os recursos naturais de que necessita um grupo de participantes de uma certa economia para produzirem os recursos que consomem e para se desfazerem dos rejeitos correspondentes.

são retirados do meio-ambiente e posteriormente devolvidos a ele. Portanto, eles não propõem abandonar por completo a idéia de manter o capital natural intacto, apenas sugerem que devemos evitar sua depreciação por meio da efetiva limitação dos insumos biofísico-materiais, os quais configuram um indicador que faz mais sentido para os agentes econômicos.

Referências bibliográficas

AMAZONAS, M. de C. *Economia do meio-ambiente*; uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas. Campinas: UNICAMP. IE, 1994. (Dissertação, Mestrado).

_____. *Economia ambiental neoclássica e desenvolvimento sustentável.* São Paulo: CEBRAP, 1997. (Mimeo.).

_____. *O desenvolvimento sustentável e a perspectiva das teorias econômicas institucionais*. São Paulo: CEBRAP, 1998. (Mimeo.).

AYRES, R., KNEESE, A. V. Production, consumption and externalities. *American Economic Review*, 59, 1969.

BOULDING, K. The economics of the coming spaceship Earth. In: JARRETT, H. (Ed.). *Environmental quality in a growing economy.* Baltimore: John Hopkins Press, 1966.

COSTANZA, R., DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*, v. 6, n. 1, Mar. 1992.

CLEVELAND, C. J. Natural resource scarcity and economic growth revisited; economic and biophysical perspectives. In: COSTANZA, R. (Ed.). *Ecological economics;* the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.

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

_____. Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 2, 1990.

_____. Operationalizing sustainable development by investing in natural capital. In: JANSSON, A. et al. (Ed.). *Investing in natural capital.* Washington: Island Press, 1994.

DASGUPTA, P., HEAL, G. *Economic theory and exhaustible resources.* Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

EL SERAFY, S. The environment as capital. In: COSTANZA, R. (Ed.). *Ecological economics;* the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.

ERREYGERS, G. Sustainability and stability in a classical model of production. In: FAUCHEUX, Sylvie, PEARCE, David, PROOPS, John (Ed.). *Models of sustainable development.* Aldershot: Edward Elgar, 1996.

FISHER, I. Precedents for defining capital. *Quarterly Journal of Economics*, 18, 1904.

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

GOWDY, J. M. Bioeconomics and post Keynesian economics; a search for common ground. *Ecological Economics*, 3, 1991.

_____. Natural capital and the growth economy. *Sustainable Development*, v. 2, n. 1, 1994.

GUTÉS, M. C. The concept of weak sustainability. *Ecological Economics*, 17, 1996.

HARTE, M. J. Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecological Economics*, 15, 1995.

HARTWICK, J. M. Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. *American Economic Review*, v. 67, n. 5, 1977.

HINTERBERGER, F., LUKS, F., SCHMIDT-BLEEK, F. Material flows vs. 'natural capital'; what makes an economy sustainable? *Ecological Economics*, 23, 1997.

HOWARTH, R. B., NORGAARD, R. B. Intergenerational rights, efficiency, and social optimality. *Land Economics*, 66, 1990.

_____, _____. Environmental valuation under sustainable development. *American Economic Review*, 80, 1992.

HOWARTH, R. B., NORGAARD, R. B. Inter-generational transfers and the social discount rate, *Environmental and Resource Economics*, 3, 1993.

LEFF, E. From ecological economics to productive ecology; perspectives on sustainable development from the south. In: COSTANZA, R., SEGURA, O., MARTINEZ-ALIER, J. (Ed.). *Getting down to earth.* Washington, DC: Island Press, 1996.

MARTINEZ-ALIER, J. Distributional obstacles to international environmental policy. *Environmental Values*, 2, Summer 1993.

_____. Political ecology, distributional conflicts and economic incommensurability. *New Left Review*, May/Jun. 1995

_____, O'CONNOR, M. Ecological and economic distribution conflicts. In: COSTANZA, R., SEGURA, O., MARTINEZ-ALIER, J. (Ed.). *Getting down to earth.* Washington, DC: Island Press, 1996.

NOBRE, M. *Desenvolvimento Sustentável (DS);* origens e significado atual. São Paulo: CEBRAP, 1997. (Mimeo.).

_____. *O significado do debate atual sobre a noção de Desenvolvimento Sustentável (DS).* São Paulo: CEBRAP, 1998. (Mimeo.).

NORGAARD, R. B. Economic indicators of resource scarcity; a critical essay. *Journal of Environmental Economics and Management*, 19, 1990.

_____. Economicismo, ambientalismo e economia ecológica. *Revista da ANPEC*, 2, 1997.

_____, HOWARTH, R. B. Sustainability and discounting the future. In: COSTANZA, R. (Ed.). *Ecological economics;* the science and management of sustainability. New York: Columbia University Press, 1991.

O'CONNOR, M. Value system contests and the appropriation of ecological capital. *The Manchester School*, v. 61, n. 4, 1993a.

_____. Entropic irreversibility and uncontrolled technological change in economy and environment. *Journal* of Evolutionary Economics, 3, 1993b.

_____. On the misadventures of capitalist nature. In: O'CONNOR, M. (Ed.). *Is capitalism sustainable?* Political economy and the politics of ecology. New York: The Guilford Press, 1994.

_____. Cherishing the future, cherishing the other; a 'post-classical' theory of value. In: FAUCHEUX, S., PEARCE, D., PROOPS, J. (Ed.). *Models of sustainable development.* Aldershot: Edward Elgar, 1996.

PEARCE, D. W., ATKINSON, G. D. Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of "weak" sustainability. *Ecological Economics*, 8, 1993.

_____, ATKINSON, G. D. Measuring sustainable development. In: BROMLEY, D. W. (Ed.). *The handbook of environmental economics.* Oxford: Blackwell, 1995.

_____, BARBIER, E., MARKANDYA, A. *Sustainable development*; economics and environment in the third world. Aldershot: Edward Elgar, 1990.

PEARCE, D. W., TURNER, K. *Economics of natural resources and the environment.* Baltimore: John Hopkins University Press, 1990.

PERRINGS, C. The natural economy revisited. *Economic Development and Cultural Change*, 33, 1985.

_____. Conservation of mass and instability in a dynamic economy-environment system. *Journal of Environmental Economics and Management*, 13, 1986.

_____. *Economy and environment*; a theoretical essay on the interdependence of economic and environmental systems. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

ROMEIRO, A. *Desenvolvimento sustentável e mudança institucional*; notas preliminares. Campinas: UNICAMP. IE, 1999. (Texto para Discussão, n. 68).

SOLOW, R. Intergenerational equity and exhaustible resources. *Review of Economic Studies*, v. 41, 1974.

_____. On the intergenerational allocation of natural resources. *Scandinavian Journal of Economics*, v. 88, n. 1, 1986.

STERN, D. I. Limits to substitution and irreversibility in production and consumption; a neoclassical interpretation of ecologial economics. *Ecological Economics*, 21, 1997a.

_____. The capital theory approach to sustainability; a critical appraisal. *Journal of Economic Issues*, v. 31, n. 1, Mar. 1997b.

STIGLITZ, J. E. Growth with exhaustible natural resources; efficient and optimal growth paths. *Review of Economic Studies*, 41, 1974.

TURNER, R. K., DOKTOR, P., ADGER, N. Sea-level rise & coastal wetlands in the UK; mitigation strategies for sustainable management. In: JANSSON, A. et al. (Ed.). *Investing in natural capital.* Washington: Island Press, 1994.

VICTOR, P. A. *Pollution economy and environment.* Toronto: University of Toronto Press. 1972.

_____. Indicators of sustainable development; some lessons from capital theory. *Ecological Economics*, 1991.

_____, HANNA, J. E., KUBURSI, A. How strong is weak sustainability. *Economie Appliquée*, v. 48, 1995.

WACKERNAGEL, M., REES, W. E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital; economics from an ecological footprint perspective. *Ecological Economics*, 20, 1997.