

Valoração de serviços ecossistêmicos: notas introdutórias à uma abordagem dinâmico-integrada

Área: Economia Agrária, Espaço e Meio Ambiente

Sub-área: Economia Agrária e do Meio Ambiente

Tipo: Sessão Ordinária

“Destroying many ecosystems for short-term economic benefit is like killing the cow for its meat, when one might keep from starving by drinking its milk for years to come. Now is not the time to slaughter the cow” (Nature, editorial, fevereiro de 2009, p. 764)

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo discutir preliminarmente uma abordagem de valoração dinâmico-integrada como proposta de valoração mais abrangente e refinada dos serviços ecossistêmicos, entendendo-se estes últimos como os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir do funcionamento dos ecossistemas. Enquanto serviços essenciais de suporte à vida, há uma necessidade premente em se preservar os ecossistemas, garantindo a capacidade de provisão dos seus fluxos de serviços. A abordagem utilitária-reducionista, de cunho neoclássico, considera apenas as preferências dos agentes econômicos no cômputo do valor dos serviços prestados pelos ecossistemas, deixando de fora a complexidade dos processos ecológicos que são a base para a geração destes serviços. Por outro lado, uma visão estritamente ecológica não considera o valor instrumental que os serviços ecossistêmicos têm para as atividades econômicas e para o bem-estar humano. Uma visão dinâmico-integrada, casada com uma perspectiva de valor social dos serviços ecossistêmicos, oferece o potencial de valoração mais acurada dos serviços ecossistêmicos, apontando para uma medida mais refinada da magnitude da dependência humana em relação aos ecossistemas e seus serviços. Considera-se que este novo paradigma de valoração converge com os princípios de sustentabilidade ecológica, equidade social e eficiência econômica, premissas básicas da economia ecológica.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, valoração de serviços ecossistêmicos, valoração dinâmico-integrada

Abstract:

This paper is aimed at discussing an integrated-dynamic valuation approach as a proposal for more comprehensive and sophisticated valuation of ecosystem services. These are considered the direct and indirect benefits achieved by human through the functioning of ecosystems. While supporting services essential to life, there is an urgent need to preserve ecosystems, ensuring their ability to provide its flow of services. The utilitarian-reductionist approach (neoclassical) only considers the preferences of economic agents in the calculation of the value of services provided by ecosystems, leaving out the complexity of ecological processes that are the basis for the generation of these services. In another hand a strictly ecological approach does not consider the instrumental value ecosystem services have for the economic activities and human well-being. A new integrated-dynamic vision, coupled with a social

value perspective of ecosystem services, offers the potential for more accurate ecosystem services valuation and measurement of the magnitude of human dependence on ecosystems and their services. It is considered that this new valuation paradigm converge with the principles of ecological sustainability, social equity and economic efficiency, basic premises of ecological economics.

Keywords: ecosystem services, ecosystem services valuation, integrated-dynamic valuation

Introdução

A “economia dos ecossistemas”, assim citada pelo relatório *The Economics of Ecosystem and Biodiversity*, da Convenção sobre Diversidade Biológica (Sukhdev, 2008), é uma disciplina (ainda em desenvolvimento) que busca compreender a dinâmica das mudanças nos ecossistemas, as alterações nos fluxos dos serviços por eles prestados e os impactos últimos sobre o bem-estar humano. Parte-se do princípio de que a atividade econômica, a qualidade de vida e a coesão das sociedades humanas são profunda e irrefutavelmente dependentes dos serviços gerados pelos ecossistemas, sendo premente o estudo da dinâmica de geração dos serviços ecossistêmicos e suas interações com as variáveis humanas.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio¹, conduzida entre 2001 e 2005 através de uma parceria entre diversas instituições internacionais e com o suporte de vários governos, teve como objetivo fornecer bases científicas para a gestão sustentável dos ecossistemas, permitindo a provisão contínua dos serviços por eles gerados. Esse esforço único de sistematização das informações relativas aos serviços ecossistêmicos e sua contribuição para o bem-estar humano demonstra o fato de que a comunidade internacional reconhece a necessidade e a urgência de se tomarem medidas inovadoras no sentido de proteger os ecossistemas, dosando a sua preservação com os objetivos de desenvolvimento econômico².

O primeiro passo na direção da adoção de políticas para gestão sustentável dos ecossistemas deve ser o de incrementar o conhecimento humano sobre a dinâmica ecológica e as complexidades que envolvem os ecossistemas (Bennet *et al.*, 2005). Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma discussão sobre ecossistemas, seus serviços e as abordagens para sua valoração. Pretende-se, ao final, apresentar uma nova abordagem

¹ Doravante apenas Avaliação do Milênio.

² Outro exemplo do reconhecimento da importância dos serviços ecossistêmicos é a criação, pela nova administração de Barack Obama, de uma divisão de Serviços Ecossistêmicos e Mercados dentro do Departamento de Agricultura norte-americano.

dinâmico-integrada de valoração. Acredita-se que este novo paradigma de valoração pode contornar o reducionismo da tradição neoclássica ao considerar tanto aspectos ecológicos, sociais e econômicos. O objetivo é fornecer uma visão mais holística dos ecossistemas e aumentar o escopo de análise da valoração dos serviços ecossistêmicos, aperfeiçoando, como salienta Sukhdev (2008), a “bússola econômica” utilizada até então para guiar as sociedades nos caminhos do desenvolvimento (sustentável).

1. Ecossistemas e sistema econômico

Os ecossistemas são sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos, nos quais o homem é parte integral (MEA, 2003). Trata-se de sistemas adaptativos complexos, nos quais propriedades sistêmicas macroscópicas como estrutura, relação produtividade-diversidade e padrões de fluxos de nutrientes emergem de interações entre os componentes, sendo comum a existência de efeitos de retroalimentação (“*feedback*”) (Levin, 1998), numa combinação de efeitos negativos e positivos responsáveis por um equilíbrio dinâmico evolutivo.

O conjunto de indivíduos e comunidades de plantas e animais (recursos bióticos³) que compõem os ecossistemas, sua idade e distribuição espacial, juntamente com os recursos abióticos (combustíveis fósseis, minerais, terra e energia solar) é conhecido como **estrutura ecossistêmica**, a qual fornece as fundações sobre as quais os processos ecológicos ocorrem (Daly & Farley, 2004; Turner & Daily, 2008)⁴.

Enquanto sistemas complexos, os ecossistemas apresentam várias características (ou propriedades), como variabilidade, resiliência, sensibilidade, persistência, confiabilidade, etc. Dentre elas, as propriedades de variabilidade e resiliência apresentam importância crucial para uma análise integrada das interconexões entre ecossistemas, sistema econômico e bem-estar humano.

³ Os recursos bióticos podem ser divididos em sua parte autótrofa, que compreende os organismos que, a partir de compostos inorgânicos, fabricam seu próprio alimento mediante fotossíntese ou quimiossíntese, e em sua parte heterótrofa, composta pelos organismos que utilizam, reorganizam ou decompõem os materiais complexos sintetizados pelos autótrofos (Odum, 1975).

⁴ Um dos principais componentes da estrutura dos ecossistemas é a chamada biodiversidade, a qual pode ser definida como a variabilidade entre os organismos vivos, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, além de todos os processos ecológicos dos quais tais organismos fazem parte (Convenção da Diversidade Biológica, artigo 2). A perda da biodiversidade representa a maior ameaça aos ecossistemas e à sua capacidade em sustentar processos ecológicos básicos que suportam a vida no planeta (Naeem *et al.*, 1999).

A **variabilidade** dos ecossistemas consiste nas mudanças dos estoques e fluxos ao longo do tempo, devido, principalmente, a fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos, enquanto que a **resiliência** pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural, sendo que quanto menor o período de recuperação, maior é a resiliência de determinado ecossistema. Pode também ser definida como a medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos por um ecossistema sem que o mesmo mude seu patamar de equilíbrio estável. As atividades econômicas apenas são sustentáveis quando os ecossistemas que as alicerçam são resilientes (Arrow *et al.*, 1995).

O ponto de mudança de patamar (ou de ruptura) é definido como o **limiar** de resiliência do ecossistema. Os limiares, ou pontos de ruptura (*breakpoints*), são aqueles pontos-limite além dos quais há um dramático e repentino desvio em relação ao comportamento médio dos ecossistemas (MEA, 2003). A possibilidade de perdas irreversíveis, bem como a ignorância relativa ao funcionamento sistêmico, imprimem elevado grau de incerteza em estudos que utilizam o conceito de ecossistemas como unidade básica de análise (Daly & Farley, 2004), evidenciando a necessidade de adoção de comportamentos precavidos diante de incerteza e riscos (Romeiro, 2002).

Além de suas características intrínsecas de variabilidade e coevolução, os ecossistemas são profundamente modificados pela ação humana. O sistema econômico interage com o meio ambiente, extraindo recursos naturais (componentes estruturais dos ecossistemas) e devolvendo resíduos. Além disso, altera consideravelmente o espaço em que atua em função de sua expansão. Assim, pode-se dizer que o sistema econômico tem impactos sobre os ecossistemas, sendo tais impactos funções da sua **escala** (tamanho, dimensão) e do **estilo** dominante de crescimento econômico (modo pelo qual o sistema econômico se expande).

Os efeitos combinados da escala, cuja expansão se acelerou fortemente nas últimas décadas, e do estilo de crescimento, tem conduzido o mundo a uma era onde o capital natural (ecossistemas naturais) assume o lugar do capital (manufaturado) como o fator limitante do desenvolvimento econômico. Nesse sentido, a lógica econômica de maximização da produtividade do fator mais escasso (e de aumento de sua oferta) deveria estimular o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade dos ecossistemas e dos benefícios deles derivados (Daly, 1996; Costanza, 2000; Daly & Farley, 2004).

A pressão exercida pelo sistema econômico sobre os ecossistemas depende do tamanho da população, do padrão de consumo e da tecnologia. Do ponto de vista da economia ecológica, a tecnologia pode relativizar esta pressão, mas não evitar que ela produza uma catástrofe ambiental caso a população e/ou consumo cresçam indefinidamente. Isso porque a economia ecológica parte de uma visão pré-analítica distinta da economia neoclássica. Enquanto esta última considera que os ecossistemas são neutros e passivos, reagindo frequentemente de maneira benigna às intervenções do sistema econômico, a primeira admite a possibilidade de ocorrência de perdas irreversíveis e potenciais rupturas nos ecossistemas que podem causar danos irreparáveis à humanidade (Mueller, 2007). Para a economia ecológica, o sistema econômico é um subsistema de um sistema maior **finito** (o ecossistema terrestre) e as análises das relações entre ecossistemas e sistema econômico não podem prescindir dos conceitos de escala e limites impostos pela impossibilidade biofísica de o sistema terrestre suportar um sistema econômico em expansão contínua.

A tradição neoclássica procurou legitimar cientificamente a convicção de que o sistema capitalista e os padrões de consumo dele decorrentes não seriam obstados pelo meio natural. Ao mesmo tempo em que reconhece a existência de possíveis problemas decorrentes da degradação ambiental, esta escola postula que crescimento econômico extra é capaz de solucioná-los, bem como aumentar o bem-estar e senso de justiça dentro das sociedades (Grossman & Grueger, 1994; Friedman, 2005). As possibilidades de substituição dos recursos naturais por outros fatores de produção, mormente trabalho e capital reprodutível, juntamente com os avanços no progresso tecnológico, eliminariam os óbices trazidos pela escassez provocada pela depleção dos ecossistemas e recursos naturais (Solow, 1974).

A relação entre crescimento econômico e degradação ambiental frequentemente é analisada em termos da chamada Curva Ambiental de Kuznets, cujo formato sugere que nos primeiros estágios de crescimento das economias, em que as mesmas passam de uma fase essencialmente agrícola para uma fase de industrialização e modernização, haveria uma correlação positiva entre o aumento da renda *per capita* e a emissão de poluente e degradação ambiental no geral. Entretanto, a partir de determinado ponto, fatores como mudanças na composição da produção e consumo, aumento do nível educacional e de consciência

ambiental, bem como sistemas políticos mais abertos, amorteceriam o processo anterior, levando a uma reversão da relação encontrada no início do processo de crescimento⁵.

Não obstante ao otimismo neoclássico, nota-se uma crescente adesão à ideia de que a escala do sistema econômico e os padrões de consumo decorrentes do estilo de desenvolvimento em curso são insustentáveis do ponto de vista ecológico. Um recente número especial da revista *New Scientist*, intitulado “*The folly of growth: how to stop the economy killing the planet*” (New Scientist, 2008), aponta para uma certa unanimidade sobre a necessidade de uma maior harmonia entre economia e ecossistemas. Apesar desse reconhecimento explícito, pouco ainda foi feito no sentido de conciliar o sistema econômico com o sistema maior que o sustenta. Isso se deve, principalmente, ao fato de que considerar os limites biofísicos impostos pelos ecossistemas à escala do sistema econômico significa desafiar o dogma do crescimento econômico e questionar os fundamentos da sociedade capitalista de consumo de massa.

2. Funções e serviços ecossistêmicos

O entendimento da dinâmica dos ecossistemas requer um esforço de mapeamento das chamadas **funções ecossistêmicas**, as quais podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água (Daly & Farley, 2004). Tais funções, consideradas um subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas ecossistêmicas (De Groot *et al.*, 2002), criam uma verdadeira integridade sistêmica dentro dos ecossistemas, criando um todo maior que o somatório das partes individuais.

O conceito de funções ecossistêmicas é relevante no sentido de que por meio delas se dá a geração dos chamados **serviços ecossistêmicos**, que são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Dentre eles pode-se citar a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo, etc. (Daily, 1997; Costanza *et al.*, 1997;

⁵ Não existe consenso sobre sustentação empírica das relações sugeridas pela Curva Ambiental de Kuznets. Para uma revisão dos trabalhos sobre a relação entre meio ambiente e crescimento econômico ver Panayotou (2000) e Stern (1998).

De Groot *et al.*, 2002; MEA, 2003)⁶. São, em última instância, fluxos de materiais, energia e informações derivados dos ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipo capital (humano, manufaturado e social) produzem o bem-estar humano.

As funções ecossistêmicas são reconceitualizadas enquanto serviços de ecossistema na medida em que determinada função traz implícita a ideia de valor humano. De modo geral, uma função ecossistêmica gera um determinado serviço ecossistêmico quando os processos naturais subjacentes desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano, incorporando a noção de utilidade. Em outras palavras, uma função passa a ser considerada um serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade/potencial de ser utilizada para fins humanos (Huetting *et al.*, 1998).

A natureza interdependente das funções ecossistêmicas faz com que a análise de seus serviços requeira a compreensão das interconexões existentes entre os seus componentes, resguardando a capacidade dinâmica dos ecossistemas em gerar seus serviços (Limburg & Folke, 1999). Além disso, o fato de que a ocorrência das funções e serviços ecossistêmicos pode se dar em várias escalas espaciais e temporais torna suas análises uma tarefa ainda mais complexa.

A vida no planeta Terra está intimamente ligada à contínua capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos (Sukhdev, 2008; MEA, 2005). A demanda humana pelos mesmos vem crescendo rapidamente, ultrapassando em muitos casos a capacidade de os ecossistemas fornecê-los. Em sendo assim, faz-se premente não apenas o esforço de compreensão da dinâmica inerente aos elementos estruturais dos ecossistemas, mas também é de fundamental importância entender quais são os mecanismos de interação entre os fatores de mudança dos ecossistemas e sua capacidade de geração dos serviços ecossistêmicos, bem como seus impactos adversos sobre bem-estar humano.

Seguindo a classificação da Avaliação do Milênio, os serviços ecossistêmicos podem ser agrupados em quatro categorias, quais sejam: i) serviços de provisão (ou serviços de

⁶ Tal como na Avaliação do Milênio, o conceito aqui adotado para serviços ecossistêmicos segue Daily (1997), ao agrupar sobre a mesma denominação os “bens” (tangíveis, como alimentos, fibras, madeiras, etc) e “serviços” (benefícios muitas vezes intangíveis) gerados pelos ecossistemas, bem como Costanza *et al.* (1997), ao considerar os serviços gerados tanto por ecossistemas naturais e cultivados.

abastecimento); ii) serviços de regulação; iii) serviços culturais; e iv) serviços de suporte (tabela 1)⁷.

Tabela 1: Serviços ecossistêmicos segundo categorias

Categorias	Serviços
Provisão (abastecimento)	Alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos, recursos genéticos
Regulação	Regulação climática, regulação de doenças, regulação biológica, regulação e purificação de água, regulação de danos naturais, polinização
Culturais	Ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização, herança cultural
Suporte	Formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes, produção primária

Fonte: MEA (2003, p. 57).

Os **serviços de provisão** incluem os produtos obtidos dos ecossistemas, tais como alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais que servem como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água. Sua sustentabilidade não deve ser medida apenas em termos de fluxos, isto é, quantidade de produtos obtidos em determinado período. Deve-se proceder a uma análise que considere a qualidade e o estado do estoque do capital natural que serve como base para sua geração, atentando para restrições quanto à sustentabilidade ecológica. Em outras palavras, faz-se necessário observar os limites impostos pela capacidade de suporte do ambiente natural (física, química e biologicamente), de maneira que a intervenção antrópica não comprometa irreversivelmente a integridade e o funcionamento apropriado dos processos naturais.

Os esforços empreendidos para atender à crescente demanda pelos serviços de provisão ilustram a existência de *trade-offs* na geração de serviços ecossistêmicos. Ações no sentido de aumentar a produção de alimentos, as quais geralmente envolvem o incremento no uso de água e fertilizantes, além de frequentemente envolverem expansão de área cultivada, impactam ou degradam outros serviços, incluindo a redução da quantidade e qualidade de

⁷ Os serviços ecossistêmicos podem ser também classificados de acordo com suas características funcionais, organizacionais e/ou descritivas. Para maiores detalhes ver Norberg (1999).

água para outros usos, assim como o decréscimo da cobertura florestal e ameaças à biodiversidade.

Quanto aos **serviços de regulação**, estes se relacionam às características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação de água, tratamento de resíduos, regulação de doenças humanas, regulação biológica, polinização e proteção de desastres (mitigação de danos naturais). Diferentemente dos serviços de provisão, sua avaliação não se dá pelo seu “nível” de produção, mas sim pela análise da capacidade dos ecossistemas regularem determinados processos.

Apesar das incertezas envolvidas e a falta de um completo entendimento sobre a dinâmica subjacente aos processos regulatórios dos ecossistemas, espera-se que o futuro de alguns serviços, como a capacidade de absorção de carbono (associado com a regulação climática), seja grandemente comprometido por mudanças esperadas nos usos do solo. Espera-se também uma queda na capacidade de mitigação de danos naturais, outro importante serviço de regulação, devido a mudanças nos ecossistemas, o que pode ser evidenciado pelo aumento da frequência de desastres naturais.

Os **serviços culturais** incluem a diversidade cultural, na medida em que a própria diversidade dos ecossistemas influencia a multiplicidade das culturas, valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento (formal e tradicional), valores educacionais e estéticos, etc. Estes serviços estão intimamente ligados a valores e comportamentos humanos, bem como às instituições e padrões sociais, características que fazem com que a percepção dos mesmos seja contingente a diferentes grupos de indivíduos, dificultando sobremaneira a avaliação de sua provisão.

As sociedades têm desenvolvido uma interação íntima com o seu meio natural, o que tem moldado a diversidade cultural e os sistemas de valores humanos. Entretanto, a transformação de ecossistemas biodiversos em paisagens cultivadas com características mais homogêneas, associada às mudanças econômicas e sociais, como rápida urbanização, melhoramento e barateamento nas condições de transporte e aprofundamento da globalização econômica, têm enfraquecido substancialmente as ligações entre ecossistemas e diversidade/identidade cultural.

Por outro lado, o uso dos ecossistemas para objetivos de recreação e turismo tem aumentado principalmente devido ao aumento da população, maior disponibilidade de tempo

para o lazer entre as populações mais ricas e maior infraestrutura de suporte a esse tipo de atividade. O turismo ecológico, por exemplo, corresponde a uma das principais fontes de renda para alguns países que ainda possuem grande parte dos seus ecossistemas ainda conservada.

Os **serviços de suporte** são aqueles necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo. Como exemplos, pode-se citar a produção primária⁸, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de habitat.

Como resultado da degradação dos ecossistemas, a ameaça de alterações drásticas nos fluxos de serviços ecossistêmicos tem crescentemente preocupado a comunidade acadêmica e os tomadores de decisão. Parafraseando Hardin (1968), Lant *et al.* (2008) utilizam a expressão “tragédia dos serviços ecossistêmicos” para se referirem ao declínio da sua provisão, principalmente considerando os serviços de regulação, de suporte e culturais. Para estes autores, a degradação dos fluxos de serviços ecossistêmicos faz parte de uma armadilha social em que as falhas nas leis de propriedade comunal e os incentivos econômicos que abrangem apenas bens e serviços transacionados nos mercados são responsáveis pela destruição dos serviços de suporte à vida oferecidos “gratuitamente” pelos ecossistemas.

Em um cenário de contínua degradação dos ecossistemas, o alcance do desenvolvimento sustentável requer um melhor entendimento da medida da dependência humana com relação aos serviços ecossistêmicos e, por conseguinte, da vulnerabilidade do bem-estar humano em relação às mudanças nos ecossistemas (Eftec, 2005).

3. Abordagens para valoração dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos

O valor de todo estoque de capital é dado pelo valor presente dos fluxos de renda futura por ele gerados. Considerando que os ecossistemas são estoques de capital natural, tem-se que seu valor também é definido pelo valor presente dos fluxos de renda (natural) futura

⁸ Produção primária ou produtividade primária (ou ainda produtividade primária bruta) é a quantidade total de matéria orgânica fixada pelos seres autótrofos, incluindo, inclusive, a parte por eles utilizada nos processos respiratórios. Desconsiderando-se esta última parcela (matéria orgânica utilizada nos processos respiratórios), tem-se a produtividade primária líquida. Produção secundária é o termo utilizado para designar a produção de matéria orgânica em níveis heterótrofos da cadeia alimentar (Odum, 1975).

providos, sendo que, no caso dos ecossistemas, tais fluxos equivalem aos serviços ecossistêmicos (Daily *et al.*, 2000; Bockstael *et al.*, 2000). O exercício de valorar os ecossistemas significa, portanto, captar o valor dos serviços por ele gerados.

Existe um relativo consenso sobre a necessidade da valoração econômica dos serviços fornecidos pela natureza, estando a controvérsia limitada a franjas mais radicais de ecólogos, pelo reconhecimento da existência de “valores”⁹ associados aos benefícios oriundos dos processos naturais subjacente à dinâmica ecossistêmica e ao fato de que o ser humano se depara diariamente com *trade-offs*, os quais levam à necessidade de se fazer escolhas e, ao final, à necessidade de atribuição de valores (Costanza *et al.*, 1997; Herendeen, 1998; Barbier & Heal, 2006; Amazonas, 2006).

Ecossistemas e seus serviços (provisão, regulação, suporte e serviços culturais) têm valor (no sentido econômico) para a sociedade na medida em que o homem, direta e indiretamente, deriva utilidade do seu uso efetivo ou potencial. Esta abordagem de valoração, a qual será referida neste trabalho como utilitária-reducionista, associa, pois, o valor dos fluxos de serviços ecossistêmicos a valores econômicos, dando uma ideia de valor instrumental aos serviços dos ecossistemas¹⁰. Ao enfatizar apenas a dimensão econômica associada aos valores dos ecossistemas, esta abordagem se torna **reducionista**, pois desconsidera outras fontes de valores que não são expressas diretamente pelas preferências humanas.

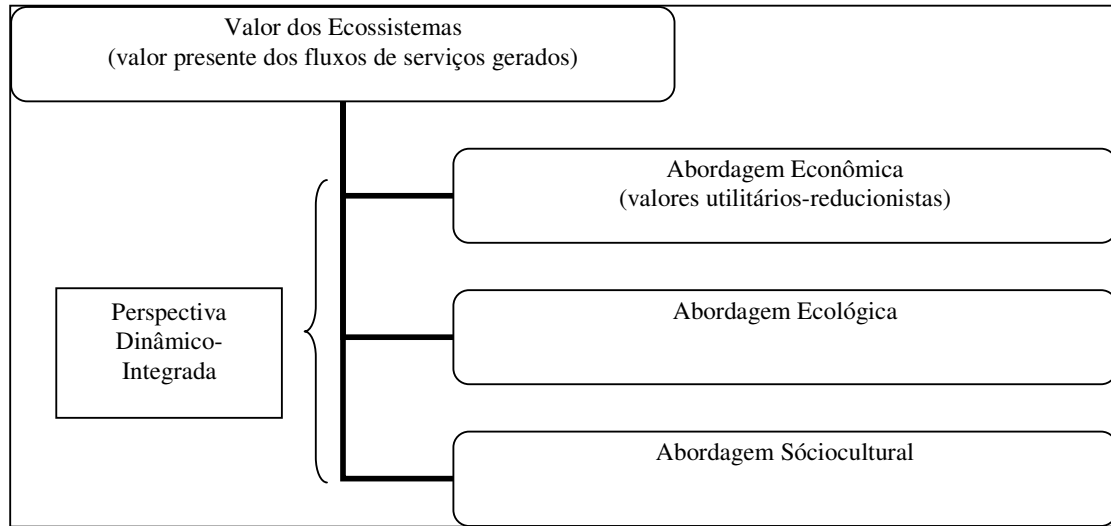
Além desta, a sociedade também associa valores ecológicos, sócio culturais e intrínsecos ligados à existência de ecossistemas (MEA, 2003). Tais abordagens, embora menos comuns, são importantes, uma vez que tentam captar não apenas os valores instrumentais ligados aos

⁹ Em sentido corrente, “valor” expressa a magnitude pela qual um determinado bem ou serviço contribui para um determinado objetivo pré-estabelecido (Bingham *et al.*, 1995; Bockstael *et al.*, 2000; Costanza, 2000). Intuitivamente, por exemplo, pode-se dizer que um quilo de maçãs é valioso exatamente porque esse bem pode servir ao objetivo de saciar a fome de um indivíduo. Embora a ciência econômica se preocupe com a ideia de valor, estes são comumente expressos por **preços**, os quais não refletem a ideia de importância. Haja vista, por exemplo, o clássico paradoxo entre a água e o diamante. Dentro da teoria neoclássica, a qual se baseia na teoria do valor subjetivo, preços de mercado são aqueles que igualam a quantidade ofertada e demandada, refletindo o valor atribuído a determinado bem pelo seu comprador marginal (Heal, 2000). Embora os preços de mercado não sejam equivalentes a valores, cujo sentido ultrapassa a esfera econômica, a valoração econômica trabalha principalmente com preços de mercado, demonstrando um viés parcial, antropocêntrico e utilitário, privilegiando apenas a dimensão econômica dos valores associados aos ecossistemas.

¹⁰ Pode-se considerar também o valor como um conjunto mais amplo de “valores humanos historicamente determinados que regem e estruturam as relações de dada sociedade” (Amazonas, 2006, p. 3). Alguns desses valores estão relacionados aos circuitos de mercados e de trocas – dando a ideia de valores econômicos – e outros estão ligados a ideias de ordem moral e ética (valor à vida, aos direitos humanos, à solidariedade), sendo conhecidos como valores não econômicos.

ecossistemas, mas também procuram superar o reducionismo de se expressar os valores dos serviços ecossistêmicos baseados apenas nas preferências individuais. A figura 1 abaixo sistematiza as abordagens frequentemente utilizadas para a valoração de serviços ecossistêmicos.

Figura 1: Abordagens da valoração econômica dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos



Na abordagem dinâmico-integrada (ecossistêmica) busca-se fugir do reducionismo inerente à visão econômica convencional. Os ecossistemas como um todo são levados em conta nos estudos de valoração, num explícito reconhecimento da interação entre meio ambiente e performance econômica, através da avaliação dos serviços prestados pelos ecossistemas às sociedades e dos impactos que as atividades humanas têm sobre as suas condições (Vaze *et al.* 2006). Considera-se que existem várias **dimensões** de valores dos serviços ecossistêmicos e que as mesmas deveriam ser levadas em conta no processo de elaboração de políticas públicas e de tomada de decisão envolvendo o uso dos ecossistemas.

3.1 A abordagem econômica (utilitária) da valoração

A abordagem utilitária-reducionista atribui valores aos serviços ecossistêmicos vinculados à utilidade derivada, direta e indiretamente, do uso atual e potencial dos serviços ecossistêmicos. Também considera a possibilidade de valores não-utilitários associados às

preferências humanas. Baseia-se nas hipóteses do individualismo metodológico, utilitarismo e equilíbrio, e tem a *welfare economics* como substrato teórico, entendendo que o bem-estar é o fim último das relações econômicas. A grandeza chave para medir o bem-estar é a utilidade, a qual pode ser devidamente expressa por meio do ordenamento das preferências individuais (Amazonas, 2006). Utiliza também outros instrumentos de análise de cunho neoclássico, tais como os conceitos de excedentes do consumidor e do produtor, custo de oportunidade e a noção de disponibilidade a pagar e a receber (DAP e DAR, respectivamente) (Mueller, 2007).

A utilidade do serviço ecossistêmico é avaliada indiretamente quando o valor calculado deriva de um efeito adverso da perda do serviço que se expressa numa função de produção. Podem ser avaliados pelas variações na produtividade marginal, pelo custo de reposição do que foi perdido, por gastos defensivos e pelo custo de oportunidade. A relativa simplicidade de seus cálculos se contrapõe à limitação de não captar serviços que não estejam ligados ao uso direto e indireto dos ecossistemas. Faz-se uso de várias técnicas de valoração, amplamente utilizadas em análises custo-benefício de projetos que possuem impactos ambientais¹¹.

Dentre as técnicas existentes, aquela que apresenta maior amplitude de aplicação e, paradoxalmente, uma maior probabilidade de vieses é a avaliação contingente. Esta tem sido largamente utilizada em pesquisas ambientais no Brasil, Estados Unidos e Europa, dada a sua potencial capacidade de captar o valor de diferentes tipos de serviços ecossistêmicos, podendo, inclusive, mensurar valores não associados ao uso atual ou potencial, conhecido com valor de uso passivo¹² (Carson, 2000). Seu princípio é a estimação de DAP e DAR, respectivamente dos indivíduos capazes de manter inalterado o nível de utilidade dos mesmos frente a uma variação da disponibilidade ambiental. Sendo a função de utilidade não observável diretamente, a DAP e a DAR são estimadas com base em mercados hipotéticos, cuja simulação se dá via *surveys*, onde se busca características que estejam o mais próximo possível das existentes.

Algumas críticas endereçadas recentemente a este método ressaltam o fato de que apenas o funcionamento do livre mercado pode determinar o verdadeiro valor dos

¹¹ Para maiores detalhes sobre a classificação e a aplicação das técnicas de valoração, ver Pearce & Turner (1990), Motta (1998) e Maia *et al.* (2004).

¹² Krutilla (1967) afirma que muitas pessoas valoram maravilhas naturais baseados apenas em sua existência, satisfazendo-se com a apreciação de belas paisagens e apresentando uma disponibilidade a pagar positiva com relação a estes recursos. O método contingente teoricamente poderia captar esta disponibilidade a pagar associada a estes valores de não-uso.

ecossistemas e dos serviços por ele gerados, pois a simulação de mercado não traz todas as informações necessárias. Além do que, argumenta-se também que se a DAP for nula, significa dizer que determinado ecossistema valorado pode ser totalmente destruído, pois não há disposição para conservá-lo; o que pode não ser verdade, pois outras razões podem levar os envolvidos a não revelar sua DAP. Adicionalmente, critica-se a suposição de concorrência perfeita, equilíbrio e racionalidade substantiva dos agentes, implícitas no método.

Há que se destacar também a possibilidade de ocorrência de vários tipos de vieses na aplicação deste método. Para citar apenas alguns, tem-se o viés estratégico, no qual o indivíduo subestima sua verdadeira DAP com receio de que venha realmente a ser cobrado, ou o viés de aceitabilidade, que ocorre quando um indivíduo aceita uma DAP sugerida, mas efetivamente não está disposto a pagar por ela, quando, por exemplo, a mesma está em desacordo com a sua capacidade de pagamento. Maia *et al.* (2004) sugerem algumas medidas para que tais vieses sejam minimizados durante a aplicação do método contingente. Entretanto, Vatn & Bromley (1995) apontam para a impossibilidade de se contornar estes vieses, considerados por eles como falhas estruturais do método.

3.2 A abordagem ecológica da valoração

Esquemas valorativos baseados na abordagem ecológica reconhecem a complexidade dos ecossistemas e explicitamente consideram as interdependências biofísicas. A abordagem ecológica é reconhecida pelo fato de que não utiliza as preferências humanas e, em consequência, os serviços ecossistêmicos são produtos físicos e não físicos produzidos pela natureza independentemente do seu relacionamento com a espécie humana. Os “valores” ecológicos são determinados pela integridade de suas funções, bem como por parâmetros ecossistêmicos de complexidade, diversidade e raridade (Farber *et al.*, 2002). Seu ponto forte é a consideração explícita da estrutura interna dos ecossistemas, enfatizando a conectividade de diferentes entidades ecossistêmicas através da modelagem de diferentes partes dos ecossistemas.

De modo geral, pode-se dizer que cientistas naturais (biólogos, ecólogos e físicos) utilizam o termo “valor” em sentido similar ao usado por economistas, ou seja, referindo-se à magnitude da importância que determinado bem ou serviço ecossistêmico possui para um

processo ecológico (ou função ecossistêmica) em particular. Neste sentido, “valores” ecológicos buscam apreender ou mensurar as interdependências entre os complexos processos ecossistêmicos, enfatizando a importância de espécies e funções ecossistêmicas que geralmente não são detectadas por outros processos de valoração, como a disponibilidade a pagar (Costanza, 1991 *apud* Patterson, 2002, p. 474).

Conforme Patterson (2002), “preços” ecológicos são razões que medem o “valor” de uma determinada mercadoria ecológica (a quantidade de energia solar por quilo de maçãs, por exemplo). De maneira geral, os preços ecológicos são análogos aos preços de mercado, no sentido de que estes últimos medem a quantidade de moeda por unidade física de uma determinada mercadoria (quantidade de reais por quilo de maçãs, por exemplo). A diferença está no fato de que os preços ecológicos medem valores em termos de interdependências biofísicas dos ecossistemas, enquanto que os preços de mercado são baseados mormente nas preferências dos consumidores e em outros fatores que determinam o valor de troca de uma mercadoria nos mercados convencionais.

Os economistas clássicos procuraram relacionar a origem do valor com os custos de produção das mercadorias. David Ricardo foi o economista clássico que mais se dedicou à chamada teoria do valor trabalho, tentando provar que o trabalho incorporado em uma determinada mercadoria fornecia uma explicação para os preços de mercado. No entanto, Ricardo foi apenas parcialmente bem sucedido, uma vez que sua teoria do valor apenas se verificava quando todos os setores da atividade apresentavam uma relação capital-trabalho constante. Em consequência, o próprio Ricardo sugeriu que fosse encontrado um “padrão invariável de valor” que não fosse influenciado pela distribuição de renda.

Sraffa (1960) procurou fornecer uma solução analítica para o problema ricardiano do padrão invariável do valor, ao propor um modelo insumo-produto em termos físicos. Alguns economistas ecológicos mais recentes, como England (1986), advogam o uso do modelo de Sraffa para determinar os preços ecológicos não apenas dos fluxos de insumo-produto dentro da economia, mas também os fluxos e as interconexões de insumos físicos que suportam o sistema econômico.

Embora algumas críticas possam se endereçadas ao modelo proposto por Sraffa, como desconsideração dos fluxos físicos de matéria e energia (mesmo que os insumos e produtos sejam dados em termos físicos) e falta de conformidade com as Leis da Termodinâmica (Patterson, 1998), o fato é que a história do pensamento econômico e o surgimento de

diferentes teorias do valor associadas aos custos de produção estão na origem das tentativas de preficicação ecológica.

A partir de Odum (1996), a determinação dos valores ecológicos com base em análises energéticas toma a direção do que hoje é conhecida como análise emérgica (*emergy* = *embodied energy*), a qual determina o valor de todas as mercadorias (monetizáveis ou não) em termos de unidades comuns de energia solar (emergia solar) necessária para a formação/construção de determinado recurso/mercadoria (Brown & Herendeen, 1996). Trata-se de um método que procura recuperar toda a memória energética de uma mercadoria, convertendo, através de fatores de transformidade previamente calculados, todas as formas de energia utilizadas no seu processo de formação/produção em equivalentes de energia solar.

As críticas direcionadas a teorias baseadas em valores energéticos partem, principalmente, dos economistas neoclássicos, que afirmam que há uma tentativa de desvincular o valor das preferências dos consumidores, violando o princípio básico de soberania do consumidor. Além disso, a teoria do valor em termos de energia não é um conceito apropriado para responder a questão de como as sociedades devem despender os seus recursos escassos durante o processo coevolutivo entre homem e natureza. Esta teoria também negligencia o valor de diferentes serviços ecossistêmicos de acordo com sua habilidade de sustentar e manter o sistema como um todo (Winkler, 2006).

3.3 A abordagem sócio cultural da valoração

Ao enfatizarem o sistema econômico ou os ecossistemas, as abordagens descritas anteriormente não consideram os aspectos normativos e éticos dos valores dos serviços ecossistêmicos. Ecossistemas e os seus serviços prestam um importante papel para a identidade cultural e moral das sociedades e estão em íntima sintonia com valores éticos, espirituais, históricos e artísticos de determinadas sociedades, o que faz com que os mesmos sejam por elas valorados, mesmo em casos em que os serviços ecossistêmicos não contribuem diretamente para o seu bem-estar material.

Segundo Wilson & Howarth (2002), a questão crucial que deve ser respondida é como os serviços ecossistêmicos deveriam ser avaliados de uma maneira tal que envolvesse considerações sobre a equidade entre diferentes grupos sociais. A resposta, segundo os

autores, é o que se conhece como *discourse-based valuation*, a qual tem sua origem na convergência de argumentos derivados da economia, da psicologia social e da teoria política. Esse novo conjunto de técnicas tem por objetivo a valoração de bens públicos (serviços ecossistêmicos, inclusive) e parte do princípio de que a valoração não deveria se basear na medição de preferências individuais, mas de um processo de debate livre, aberto e democrático. A ideia básica é que pequenos grupos e *stakeholders* podem, conjuntamente, deliberar sobre os valores econômicos dos serviços ecossistêmicos, os quais poderiam ser utilizados para guiar políticas ambientais.

O propósito deste tipo de valoração é alcançar um acordo sobre o que deve ser valorado pela sociedade ou em nome desta. Através da exposição mútua das preferências individuais através de debates, a ideia é que, mesmo que uma convergência inicial de valores não seja obtida, estas mesmas preferências possam mudar, através do diálogo aberto entre diferentes partes e pela avaliação de distintos julgamentos antagônicos. Em última instância, a *discourse-based valuation* pode eliciar declarações consensuais de valores que são persuasivas a todos aqueles indivíduos empenhados e comprometidos com os resultados de uma avaliação livre e bem fundamentada entre os cidadãos. Embora não limitada a valores econômicos, acredita-se que declarações valorativas derivadas de métodos discursivos podem ser expressos em termos monetários, podendo ser usados, inclusive, para complementar os resultados obtidos com métodos tradicionais de valoração usados em análises do tipo custo-benefício. Nesse sentido, métodos discursivos podem ser considerados como fonte de valores sociais, servindo para fundamentar abordagens mais construtivas de mensuração de valores que subsidiem complexos problemas ambientais (Gregory *et al.*, 1993).

3.4 Uma abordagem dinâmico-integrada

Diante do tratamento insuficiente de cada abordagem e o reducionismo inerente a tentativas de disciplinas isoladas em lidar com a valoração ecossistêmica (Costanza *et al.*, 1993), é necessária a adoção uma abordagem de valoração que leve em conta simultaneamente os ecossistemas, a economia e a sociedade, na qual a característica principal seja a modelagem econômico-ecológica desses três subsistemas, explicitamente considerando a dinâmica de mudanças dos valores dos serviços ecossistêmicos em função das

interdependências entre as diferentes partes dos modelos e as suas diferentes escalas temporais e espaciais.

A integração das várias abordagens significa a emergência de um novo paradigma transdisciplinar de valoração, no qual se leve em consideração os objetivos de sustentabilidade ecológica, justiça distributiva e eficiência econômica (Costanza, 2001), condizente com os princípios e com a visão pré-analítica da economia ecológica. Neste novo paradigma as contribuições das ciências sociais (economia, principalmente) e das ciências naturais (ecologia e biologia, principalmente) são combinadas na tentativa de construção de modelos econômico-ecológicos. O objetivo, em última instância, é proporcionar uma visão holística ao tratamento dos ecossistemas, seu serviços e sua contribuição ao bem-estar humano, bem como considerar os vários efeitos de *feedback* existentes entre ecossistemas e sistemas econômico (Robison, 1991; Harris, 2002).

Segundo Costanza & Ruth (1998), os propósitos da modelagem econômico-ecológica podem variar entre o desenvolvimento de simples modelos conceituais, os quais fornecem um entendimento geral do comportamento do sistema modelado, a aplicações realistas, cujo objetivo é avaliar diferentes propostas de política. Os três critérios necessários para avaliar a eficiência da ferramenta da modelagem econômico-ecológica são suas características de realismo (simulação de um sistema de uma maneira qualitativamente realística), precisão (simulação de um sistema de uma maneira quantitativamente precisa) e generalidade (representação um amplo intervalo de comportamentos sistêmicos com o mesmo modelo). Nenhum modelo poderá maximizar simultaneamente as três características, e a escolha de qual atributo será realçado dependerá dos propósitos fundamentais para o qual o modelo está sendo construído.

Para Bockstael *et al.* (1995), o objetivo imediato da modelagem econômico-ecológica é a representação das interações entre os ecossistemas e a atividade humana, ilustrando de que maneira as intervenções antrópicas modificam os ecossistemas e como diferentes configurações ecossistêmicas contribuem para o bem-estar humano. As diferenças mais pronunciadas entre economistas e ecólogos podem ser reconciliadas a partir do momento em que se tenha uma compreensão mais ampla dessas relações mútuas e dos desdobramentos espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas.

Ainda de acordo com Bockstael *et al.* (1995), as disciplinas de economia e ecologia possuem algumas características comuns, o que teoricamente poderia contribuir para a

integração de suas contribuições para o tratamento da questão dos ecossistemas e seus serviços. Ambas buscam analisar e prever atributos e trajetórias de sistemas complexos, cujas dinâmicas são governadas pela alocação de recursos escassos e onde o comportamento de agentes individuais e fluxos de energia e matéria são essenciais.

Apesar dos desafios existentes na junção das abordagens econômica e ecológica necessária para ampliar o escopo da valoração dos serviços ecossistêmicos, principalmente no que diz respeito à complexidade associada à dinâmica inerente aos sistemas naturais e suas ligações com o sistema econômico, além de sua dificuldade em lidar com diferentes escalas temporais e espaciais, o fato é que o esforço de construção de modelos econômico-ecológicos tem atraído cada vez a atenção da comunidade acadêmica. Isso se deve principalmente a três fatores, os quais se reforçam mutuamente: i) notável desenvolvimento de ferramentas computacionais que são capazes de simular as interações entre vários sistemas; ii) reconhecimento de que abordagens individuais de valoração são insuficientes para tratar as complexidades dos serviços ecossistêmicos, sendo também insuficientes para fundamentar políticas de gestão dos ecossistemas; e iii) esforço contínuo de integração entre várias disciplinas e ramos do conhecimento para tratar a problemática ambiental e para a compreensão da magnitude da dependência humana sobre os serviços ecossistêmicos.

Um exemplo de aplicação de modelos econômico-ecológicos para a valoração de serviços ecossistêmicos pode ser extraído de Boumans *et al.* (2002). Os autores utilizaram o *Global Unified Metamodel of the Biosphere* (GUMBO) para estimar o valor global dos serviços ecossistêmicos, cujo total mostrou ser 4,5 vezes maior que o Produto Bruto Global para o ano de 2000. A ferramenta desenvolvida tem por objetivo modelar as complexas e dinâmicas ligações entre os sistemas social, econômico e biofísico em escala global, focando nos serviços ecossistêmicos e sua contribuição para o bem-estar humano.

O modelo GUMBO tem sido apontado como um modelo único em escala global, uma vez os serviços ecossistêmicos são o seu foco principal. Sua estrutura foi construída de modo que mudanças nos seus fluxos afetem explicitamente a produção econômica e o bem-estar social. Isso permite com que o modelo calcule dinamicamente mudanças nos valores dos serviços ecossistêmicos baseados em sua contribuição marginal relativa a outros insumos utilizados nas funções de produção e bem-estar. Ambas mudanças ecológicas e sócioeconômicas são endógenas ao modelo, enfatizando suas interações e *feedbacks*, diferenciando-o dos demais modelos que limitam mudanças ecológicas e/ou econômicas a

cenários exogenamente determinados. Além disso, o modelo inclui os quatro tipos de capital (natural, social, humano e manufaturado) como variáveis de estado e fatores de produção, separando-os entre fatores materiais e fatores de transformação (causa material e causa eficiente, respectivamente). Assim, o modelo permite limitada substituição marginal entre os fatores de produção (Boumans *et al.*, 2002)¹³.

A importância do modelo GUMBO reside no fato de que ele está na base de esforços recentes para construção de modelos dinâmico-integrados e ecológico-econômicos para a avaliação de serviços ecossistêmicos. Um dos desdobramentos do GUMBO é o *Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services* (MIMES), desenvolvido pelos mesmos criadores de seu antecessor. O modelo MIMES tem por objetivo fornecer um conjunto de modelos computacionais que visam à integração do entendimento sobre as funções e serviços ecossistêmicos e suas interações com o bem-estar humano, em um intervalo de diferentes escalas espaciais. Além disso, o projeto que deu origem ao MIMES também visa ao desenvolvimento e aplicação de novas técnicas de valoração adaptados aos serviços ecossistêmicos, integrando-as aos trabalhos de modelagem (Boumans & Costanza, 2007)¹⁴.

A característica multi-escalar do modelo MIMES representa um grande avanço para os modelos econômico-ecológicos, uma vez que vários usuários poderão utilizá-lo em variadas escalas (escala global, para todo o ecossistema terrestre, ou para escalas regionais, como em bacias hidrográficas) utilizando uma mesma estrutura multi-localacional. Além do mais, o componente de mudanças do uso do solo (*Land Use Change Model*), um submodelo localizado dentro da biosfera, permite conhecer as trajetórias de vários serviços ecossistêmicos ao longo de mudanças nos usos agrícola (agricultura, florestas, pastagens, usos antrópicos, etc.) e o impactos que alterações nos fluxos de serviços ecossistêmicos sobre a produção econômica e o bem-estar humano. Em última instância, este submodelo apontará para as “escassezes” dos serviços ecossistêmicos em diferente cenários, auxiliando no planejamento da dinâmica de mudança na cobertura dos ecossistemas terrestres.

¹³ Esta é uma característica importante do modelo, pois o distancia da visão de sustentabilidade fraca, condizente com a tradição neoclássica, e o aproxima da visão de sustentabilidade forte.

¹⁴ O projeto MIMES – ainda em desenvolvimento – foi idealizado por pesquisadores do *Gund Institute for Ecological Economics*, da *University of Vermont* (EUA), e tem como parceiros instituições de diversos países, entre eles o IE/UNICAMP (Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas) e a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Para maiores detalhes do projeto, ver <http://www.uvm.edu/giee/mimes/>.

Considerações Finais

Este trabalho procurou enfatizar a importância dos ecossistemas e dos serviços por eles prestados para o sistema econômico e para o bem-estar humano, foco de análise da chamada “economia dos ecossistemas”. Ecossistemas são estruturas complexas e evolutivas, dotadas de resiliência e limiares específicos que, uma vez ultrapassados, podem levar a rupturas irreversíveis e perda da capacidade de geração de serviços. Os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos que o homem obtém a partir do funcionamento dos ecossistemas, numa complexa rede de processos (funções) ecológicos os quais envolvem os vários componentes ecossistêmicos. Serviços como regulação climática, formação dos solos, mitigação de danos naturais, capacidade de absorção de resíduos, dentre outros, são vitais para suportar a vida no planeta e a contínua degradação dos ecossistemas ameaça a sua provisão, o que justifica a necessidade e urgência de se protegê-los.

Procurou-se salientar também que a escala do sistema econômico e o estilo de desenvolvimento são os grandes responsáveis pelas mudanças adversas nos ecossistemas. A visão pré-analítica de que o meio ambiente é neutro e passivo, reagindo de maneira suave às incursões do sistema econômico, não se sustenta, uma vez que a finitude do ecossistema terrestre e sua fragilidade demonstram que é impossível a expansão indefinida do sistema econômico. Neste sentido, o paradigma neoclássico, que adota tal visão pré-analítica, é insuficiente para uma análise mais ampla e holística das relações ecossistemas-serviços ecossistêmicos-economia.

É neste contexto que se considera que a economia ecológica oferece um tratamento mais adequado à questão da degradação dos serviços ecossistêmicos, pois advoga uma análise integrada dos fenômenos ecológicos e econômicos, tentando entender de que maneira se dá a relação entre eles, e tendo em perspectiva a possibilidade de catástrofes e perdas de serviços essenciais com consequências nefastas para a humanidade.

Foram revisadas também diferentes abordagens para a valoração dos serviços ecossistêmicos. A abordagem utilitária-reducionista, de cunho neoclássico, considera apenas as preferências dos agentes econômicos no cômputo do valor dos serviços prestados pelos ecossistemas, deixando de fora a complexidade dos processos ecológicos que são a base para a geração destes serviços. Por outro lado, uma visão estritamente ecológica não considera o valor instrumental que os serviços ecossistêmicos têm para as atividades econômicas e para o

bem-estar humano. É preciso, pois, integrar estas duas perspectivas na tentativa de se superar suas limitações. Uma visão dinâmico-integrada, casada com uma perspectiva de valor social dos serviços ecossistêmicos, oferece o potencial de valoração mais acurada dos serviços ecossistêmicos, apontando para uma medida mais refinada da magnitude da dependência humana em relação aos ecossistemas e seus serviços, aproximando-se mais dos princípios de sustentabilidade ecológica, equidade social e eficiência econômica, premissas da economia ecológica.

Referências Bibliográficas

- Amazonas, M. de C., 2006. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia (ANPEC) – Salvador, 5 a 8 de dezembro.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C.S., Jansson, B.-O., Levin, S., Mäler, K.-G., Perrings, C., Pimentel, D., 1995. Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Science* 268, 520–521.
- Barbier, E.B., Heal, G.M., 2006. Valuing Ecosystem Services. *The Economists' Voice* 3 (3), artigo 2.
- Bennet, E.M., Peterson, G.D., Levitt, E.A., 2005. Looking to the future of ecosystem services. *Ecosystems* 8, 125-132.
- Bingham, G., Bishop, R., Brody, M., Bromley, D., Clark, E.(T)., Cooper, W., Costanza, R., Hale, T., Hayden, G., Kellert, S., Norgaard, R., Norton, B., Payne, J., Russel, C., Suter, G., 1995. Issues in Ecosystem Valuation: Improving Information for Decision Making. *Ecological Economics* 14, 73-90.
- Bockstael, N., Costanza, R., Strand, I., Boynton, W., Bell, K., Wainger, L., 1995. Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems. *Ecological Economics*, 143-159.
- Bockstael, N. E., Freeman III, A.M., Kopp, R.J., Portney, P.R., Smith, V.K., 2000. On Measuring Economic Values for Nature. *Environmental & Science Technology* 34, 1384-1389.
- Boumans, R., Costanza, R., 2007. The multiscale integrated Earth Systems model (MIMES): the dynamics, modeling and valuation of ecosystem services. In: Van Bers, C., Petry, D., Pahl-Wostl, C. (editors), 2007. *Global Assessments: Bridging Scales and Linking to Policy*. Report on the joint TIAS-GWSP workshop held at the University of Maryland University College, Adelphi, USA, 10 and 11 May 2007. GWSP Issues in Global Water System Research, n° 2. GWSP IPO, Bonn. 2:102-106.
- Boumans, R., Costanza, R., Farley, J., Wilson, M.A., Portela, R., Rotmans, J., Villa, F., Grasso, M., 2002. Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. *Ecological Economics* 41, 529-560.
- Brown, M.T., Herendeen, R.A., 1996. Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecological Economics* 19, 219-235.

- Carson, R.T., 2000. Contingent valuation: a user's guide. *Environmental & Science Technology* 34, 1413-1418.
- Costanza, R., 2001. Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics. *BioScience* 51, 459-468.
- Costanza, R., 2000. Social Goals and the Valuation of Ecosystem Services. *Ecosystems* 3, 4-10.
- Costanza, R., 1991. Energy, uncertainty and ecological economics. In: Physical Chemistry. Anais do International Workshop, Siena, Itália. Elsevier, Amsterdam, pp. 203-207.
- Costanza, R., Ruth, M., 1998. Using Dynamic Modeling to Scope Environmental Problems and Build Consensus. *Environmental Management* 22 (2), 183-195.
- Costanza, R., D'arge, R., DE Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Costanza, R., Waigner, L., Folke, C., Mäler, K.-G., 1993. Modeling complex ecological economic systems: toward an evolutionary dynamic understanding of people and nature. *BioScience* 43, 545-555.
- Daily, G., 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystem*. Island Press, Washington, DC.
- Daily, G.C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P.R., Folke, C., Jansson, AM., Jansson, B-O., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Mäler, K-G., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D., Walker, B., 2000. The Value of Nature and Nature of Value. *Science* 289, 395-396, julho.
- Daly, H.E., 1996. *Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*. Beacon Press, Boston.
- Daly, H.E., Farley, J., 2004. *Ecological Economics: principles and applications*. Island Press, Washington, DC.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393-408.
- EFTEC (Economic for the Environment Consultancy), 2005. Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: a literature review. Final report prepared for *The Department for Environment, Food and Rural Affairs* (Defra). Disponível em: <<http://www.fsd.nl/downloadattachment/71609/60019/theeconomicsocialandecologicalvalueofecosystemservices.pdf>>. Acesso: fevereiro de 2009.
- England, R.W., 1986. Production, distribution and environmental quality: Mr. Sraffa reinterpreted as an ecologist. *Kyklos* 39, 230-244.
- Farber, S.C., Costanza, R., Wilson, M.A., 2002. Economic and ecological concepts of valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41, 375-392.
- Friedman, B., 2005. *The Moral Consequences of Economic Growth*. Alfred A. Knopf: New York.
- Gregory, R., Lichtenstein, S., Slovic, P., 1993. Valuing environmental resources: a constructive approach. *Journal of Risk and Uncertainty* 7, 177-197.

- Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1994. Economic Growth and the Environment. NBER *Working Paper*, n° 4634, fevereiro.
- Hardin, G., 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162, 1243-1248.
- Harris, G., 2002. Integrated assessment and modeling: an essential way of doing science. *Environmental and Modelling & Software* 17, 201-207.
- Heal, G., 2000. Valuing Ecosystem Services. *Ecosystems* 3, 24-30.
- Herendeen, R.A., 1998. Monetary-costing environmental services: nothing is lost, something is gained. *Ecological Economics* 25, 29-30.
- Hueting, R., Reijnders, L., de Boer, B., Lambooy, J., Jansen, H., 1998. The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics* 25, 31-35.
- Krutilla, J.V., 1967. Conservation reconsidered. *The American Economic Review* 57 (4) 777-786.
- Lant, C.L., Ruhl, J.B., Kraft, S.E., 2008. The tragedy of ecosystem services. *BioScience* 58, 969-974.
- Levin, S. A., 1998. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems* 1, 431-436.
- Limburg, K.E., Folke, C., 1999. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. *Ecological Economics* 29, p. 179-182.
- Maia, A.G., Romeiro, A.R., Reydon, B.P., 2004. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP, n° 116, março.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2003. Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment. Island Press, Washington, DC.
- Motta, R.S. da, 1998. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.
- Mueller, C.C., 2007. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora UnB.
- Naeem, S., Chapin III, F.S., Costanza, R., Ehrlich, P.R., Golley, F.B., Hooper, D.U., Lawton, J.H., O'Neill, R.V., Mooney, H.A., Sala, O.E., Symstad, A.J., Tilman, D. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology* n°. 4. Washington, D.C.: Ecological Society of America.
- Nature (editorial), 2009. Natural value: the economic downturn might be the best time to include ecosystem services in the real economy. *Nature*, 257, 12 de fevereiro, p. 764.
- New Scientist, 2008. The folly of growth: how to stop the economy killing the planet. *Special Issue*, October.
- Norberg, J., 1999. Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological concepts. *Ecological Economics* 29, 183-202.
- Odum, H.T., 1996. *Environmental accounting: EMERGY and environmental decision making*. Wiley, New York.

- Odum, E., 1975. *Ecology: the link between the natural and social sciences*. University of Georgia, 2^a edição.
- Panayotou, T., 2000. Economic Growth and the Environment. *CID Working Paper* n° 56 e *Environment and Development Paper* n° 4.
- Patterson, M.G., 2002. Ecological production based pricing of biosphere processes. *Ecological Economics* 41, 457-478.
- Patterson, M.G., 1998. Commensuration and theories of value in ecological economics. *Ecological Economics* 25, 105-125.
- Pearce, D.W., Turner, R.K., 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Londres: Harvester Wheatsheaf.
- Robinson, J.B., 1991. Modelling the interactions between human and natural systems. *International Social Science Journal* 130, 629-647.
- Romeiro, A.R., 2002. Cultural and institutional constrains on ecological learning under uncertainty. Texto para Discussão, Instituto de Economia/ UNICAMP, n° 110, agosto.
- Solow, R.M., 1974. The Economics of Resources or the Resources of Economics. *The American Economic Review* 64 (2), 1-14.
- Sraffa, P., 1960. *Production of commodities by means of commodities: prelude to a critique of economic theory*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stern, D.I., 1998. "Progress on the Environmental Kuznets Curve?" *Environment and Development Economics* 3, 173-96.
- Sukhdev, P., 2008. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Interim Report of the Convention on Biological Diversity. European Communities, Cambridge, United Kingdom.
- Turner, R.K., Daily, G.C., 2008. The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. *Environmental and Resources Economics* 39, 25-35.
- Vatn, A., Bromley, D.W., 1995. "Choices without prices without apologies". In: *Handbook of environmental economics*. Bromley, D.W (ed.), Cambridge: Blackwell Publisher, cap. 1.
- Vaze, P., Dunn, H., Price, R., 2006. Quantifying and valuing ecosystem services: a note for discussion. Department of Environment Food and Rural Affairs – Defra – United Kingdom. Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk/wildlife-countryside/natres/pdf/econ01.pdf>>. Acesso em: maio de 2008.
- Wilson, M. A., Howarth, R.B., 2002. Discourse-based valuation of ecosystem services: establishing fair outcomes through group deliberation. *Ecological Economics* 41, 431-443.
- Winkler, R., 2006. Valuation of ecosystem goods and services. Part 1: An Integrated dynamic approach. *Ecological Economics* 59, 82-93.