

Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar?

Daniel Caixeta Andrade¹
Ademar Ribeiro Romeiro²

¹Professor Adjunto do Instituto de Economia da
Universidade Federal de Uberlândia (IEUFU)
E-mail: caixetaandrade@ie.ufu.br

²Professor Titular do Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas (IE-
UNICAMP)
E-mail: ademar@eco.unicamp.br

Recebido em 21.01.2013

Aceito em 10.06.2013

ARTIGO

Resumo

O objetivo principal deste artigo é contribuir para o aperfeiçoamento metodológico do processo de valoração dos serviços ecossistêmicos. A hipótese básica adotada foi de que esta deve contar com a utilização da ferramenta de modelagem econômico-ecológica como requisito básico para compreensão da dinâmica ecológica envolvida e a incorporação dos valores de outros serviços ecossistêmicos que de outra maneira não seriam captados. Enquanto ferramenta importante de gestão, é preciso se avançar em termos de propostas para o aperfeiçoamento da valoração de serviços ecossistêmicos, de forma a contornar seu viés reducionista. É neste sentido que o presente trabalho apresenta como contribuição maior a proposta da valoração econômico-ecológica, a qual visa integrar a valoração *stricto sensu* à análise mais geral das alterações nos fluxos físicos de serviços ecossistêmicos (avaliação ecossistêmica) e seus efeitos sobre as variáveis econômicas.

Palavras-chave: capital natural, valoração dos serviços ecossistêmicos, valoração econômico-ecológica, modelagem econômico-ecológica.

Abstract

The main goal of this paper is to contribute to the methodological improvement of the ecosystem services valuation process. The basic hypothesis adopted was that it should consider using the ecological-economic modeling as a basic tool required to better understand the ecological dynamics involved and incorporate other values of ecosystem services that otherwise would not be captured. As an important management tool, it is vital to go beyond with proposals for improving the ecosystem services valuation, in order to overcome its reductionist bias. In this sense the most important contribution of this paper is the proposal of a ecological-economic valuation approach, which is aimed at integrating the *stricto sensu* valuation to the more general analysis of changes in ecosystem services flows (ecosystem assessment) and its effects on economic variables.

Keywords: natural capital, ecosystem services valuation, ecological-economic valuation, ecological-economic modeling.

INTRODUÇÃO

Apesar de as críticas teóricas da Economia Ecológica estarem firmemente consolidadas na literatura econômica heterodoxa e respaldadas por nomes como o de Georgescu-Roegen, Herman Daly, Robert Costanza e Joan Martínez Alier, nota-se que há uma relativa carência em termos de avanços metodológicos que diferenciavam efetivamente as análises de cunho neoclássico daquelas econômico-ecológicas. Este estado contribuiu para que economistas ecológicos frequentemente utilizassem o mesmo conjunto de técnicas adotadas por economistas neoclássicos, originando clamores - justificáveis até certo ponto - de que não haveria distinção operacional entre estas duas correntes.

É no campo da valoração de serviços ecossistêmicos que esta confusão metodológica se manifesta de maneira mais contundente. Recentemente, porém, esforços de pesquisa vêm sendo direcionados no sentido de delinear de forma clara os princípios norteadores de uma plataforma valorativa coerente com os princípios da Economia Ecológica (ANDRADE, 2010). Para isso, é preciso invocar o recurso à transdisciplinariedade, cuja operacionalização é áspera e às vezes pouco palatável, mas absolutamente indispensável no tratamento dos fenômenos complexos do mundo real.

A prática usual da valoração econômica de serviços ecossistêmicos majoritariamente é feita tendo-se como base técnicas que utilizam pressupostos da microeconomia tradicional concernentes ao comportamento e objetivos dos agentes econômicos. Devido a isso, critérios de sustentabilidade e o reconhecimento da complexidade dos processos ecológicos frequentemente não são incorporados (ANDRADE, 2010).

O objetivo deste artigo é fazer uma discussão crítica sobre pressupostos teóricos e metodológicos da valoração, apresentando a abordagem corrente que aqui é chamada de utilitária e que gera valores utilitário-reducionistas. O trabalho é complementado com uma discussão a respeito de possíveis direções que podem ser tomadas a fim de aprimorar o processo de valoração em termos metodológicos. Por hipótese, um processo valorativo amplo e menos reducionista deve contar com a utilização da ferramenta de modelagem econômico-ecológica como requisito básico para compreensão da dinâmica ecológica envolvida e a incorporação dos valores de outros serviços ecossistêmicos que de outra maneira não seriam captados.

O trabalho está dividido em duas seções. Na primeira, são feitas considerações críticas à prática corrente do exercício valorativo. A segunda seção discute as possibilidades de refinamento metodológico da valoração de serviços ecossistêmicos sob um enfoque econômico-ecológico, no qual sejam privilegiadas as dimensões ecológica e social, além da dimensão econômica. Ao final, as considerações finais encerram a discussão desenvolvida, indicando a necessidade do esforço interdisciplinar para a disseminação da valoração econômico-ecológica.

1. VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS

Recentemente, o interesse pela valoração de serviços ecossistêmicos tem aumentado consideravelmente. Há que se reconhecer, porém, uma predominância estrita da utilização do instrumental neoclássico em estudos de valoração de serviços ecossistêmicos. Isso se deve, principalmente, ao fato de que correntes heterodoxas – como a Economia Ecológica – ainda pouco contribuíram para essa temática (AMAZONAS, 2009), muito embora este tópico esteja no centro de suas agendas de pesquisas.

Em sentido corrente, pode-se entender valor como a expressão da magnitude pela qual um determinado bem ou serviço contribui para um determinado objetivo pré-estabelecido (BINGHAM *et al.*, 1995; BOCKSTAEEL *et al.*, 2000; COSTANZA, 2000). Se os serviços ecossistêmicos contribuem para o objetivo maior de manutenção das condições de vida, seus valores são positivos. Não é adequado, portanto, negligenciar seus valores e suas contribuições para o bem-estar humano.

Se a Economia Ecológica é construída sobre a integração dos objetivos de escala sustentável, justiça social e eficiência econômica, um esquema de valoração dos serviços ecossistêmicos coerente deve lidar com estes três objetivos. De fato, como afirma Costanza (2003), além do tradicional objetivo da eficiência econômica, é preciso incorporar um conjunto mais amplo de objetivos na valoração de serviços ecossistêmicos. Isto porque considera-se que a sua prática corrente, baseada apenas no objetivo de eficiência econômica, cuja expressão é a maximização da utilidade individual, não necessariamente conduz à sustentabilidade ecológica e justiça social (BISHOP, 1993).

Embora os preços de mercado não sejam equivalentes a valores, cujo sentido ultrapassa a esfera econômica, a valoração trabalha principalmente com preços de mercado, demonstrando um viés parcial, antropocêntrico e utilitário, privilegiando apenas a dimensão econômica dos valores associados aos ecossistemas.

Todavia, apesar de não serem apreendidos pela prática corrente da valoração, os valores não econômicos possuem importante interação com as variáveis econômicas, uma vez que a busca de sua realização perpassa a dimensão econômica, sendo não neutros em suas relações (AMAZONAS, 2009). O grande desafio da valoração passa a ser, portanto, a tentativa de inclusão dos valores não econômicos relativos aos serviços ecossistêmicos, de modo que a valoração se torne mais ampla e abrangente. Além de incluir tais valores não econômicos, ligados principalmente às questões de ordem moral, ética e cultural, um esquema valorativo amplo deve também trazer considerações sobre a complexidade dos processos ecossistêmicos e suas interações com as variáveis humanas.

Em uma perspectiva crítica da valoração de serviços ecossistêmicos, González (2004) levanta alguns pontos interessantes. Em primeiro lugar, este autor lembra que a valoração padrão, além de simplificar a dimensão de valores, não considera as diferenças sociais da demanda e, devido a isso, não considera a questão de justiça

social ou justiça distributiva. Isto é, a prática da valoração procede à agregação das utilidades derivadas sem o estabelecimento de critérios que ponderem as diferenças na dotação de recursos dos agentes.

Em segundo lugar, González (2004) aponta a questão da falta de questionamentos sobre a solidez metodológica que embasa os exercícios de valoração. Apesar de respaldados pela publicação em renomados periódicos, estudos que fazem uso do atual paradigma não são redarguidos do ponto de vista da robustez dos modelos de valoração utilizados, muito embora os possíveis vieses sejam amplamente discutidos pela literatura crítica. Além disso, enfatiza que a prática corrente da valoração reforça a generalização de resultados em nível macro, ao mesmo tempo em que negligencia a importância de informações contextuais.

Quanto à sua natureza, Azqueta & Sotelsek (2007) chamam a atenção para o fato de que a valoração correntemente praticada se enquadra dentro do contexto do *Environment Impact Assessment* (EIA), numa perspectiva microeconômica. Entretanto, existe uma demanda para valoração de serviços ecossistêmicos tendo como referência todo o capital natural, numa conjuntura macroeconômica. Isto é, de uma valoração individual, os autores advogam a mudança para uma plataforma de valoração mais ampla, que reconheça todo o capital natural.

Azqueta & Sotelsek (2007) afirmam, ainda, que obter o valor do capital de uma área natural é uma tarefa complexa, devido à natureza sistêmica do capital natural. O exercício deve ir além do somatório do valor presente dos fluxos de serviços de ativos presentes dentro do conjunto de todo capital natural. Isso se deve, principalmente, a pelo menos dois problemas que tornam o processo de valoração mais complexo: i. substituibilidade, pois alguns ativos podem ou não ter substitutos disponíveis dentro da área considerada, sendo que o mais provável é a não existência de substitutos; ii. o problema das interrelações entre os diversos componentes do capital natural.

No contexto da valoração, o último ponto acima é de especial relevância. Isto porque alguns serviços ecossistêmicos apenas estão disponíveis na presença de outros ativos do capital natural, o que corrobora a tese de que o processo de degradação do capital natural conduz, de um lado, à perda de ativos naturais e, de outro, ao comprometimento de algumas funções ecossistêmicas. É necessário que as funções ecossistêmicas que geram os serviços de suporte estejam em condições de funcionamento adequado para a provisão dos demais serviços. Isso significa que a valoração de serviços ecossistêmicos não deve prescindir da tentativa de compreensão e interdependência dos componentes do capital natural, o que pressupõe a consideração sobre a dinâmica dos processos ecológicos subjacentes ao capital natural.

Hein et al. (2006) estabelecem uma *framework* para valoração de serviços ecossistêmicos, composta por cinco passos: i. especificação das fronteiras do sistema a ser valorado; ii. avaliação dos serviços ecossistêmicos em termos biofísicos; iii. valoração, usando linguagem monetária ou outros indicadores; iv. agregação ou comparação de diferentes valores; e v. análise das escalas e *stakeholders* envolvidos.

No primeiro passo, o exercício valorativo exige que o objeto de valoração seja claramente demarcado. Em outras palavras, é preciso se ter uma definição espacial do ecossistema sob consideração. O segundo passo sugere que antes de serem valorados, os serviços ecossistêmicos devem ser avaliados em termos biofísicos. Para os serviços de provisão, por exemplo, esse passo envolve a quantificação em unidades físicas dos fluxos de bens provenientes do ecossistema. Para os serviços de regulação, essa quantificação requer uma análise espacialmente explícita dos impactos biofísicos que determinado serviço tem sobre o ambiente local ou ecossistemas adjacentes. Para os serviços culturais, a avaliação envolve a identificação do número de pessoas que se beneficiam de determinado serviço e o tipo de interação que elas têm com o ecossistema considerado.

Quanto ao terceiro passo, os valores dos serviços ecossistêmicos dependem dos *stakeholders* envolvidos. De fato, há uma relação mútua e dinâmica entre *stakeholders* e serviços ecossistêmicos, já que os serviços ofertados por determinado ecossistema determinam os *stakeholders* relevantes e, de outro lado, estes determinam os serviços ecossistêmicos relevantes.

O quarto passo envolve a agregação e/ou comparação de valores obtidos na etapa anterior. Se todos os valores forem expressos em termos monetários, estes poderão ser somados e o total indicará o valor do ecossistema em questão. Se nem todos os valores forem expressos em termos monetários, pode-se utilizar uma avaliação multicritério, na qual um determinado *stakeholder* é requerido a atribuir pesos relativos aos diferentes conjuntos de indicadores (monetários e não monetários), possibilitando a comparação entre eles. Espera-se que diferentes grupos de *stakeholders* tenham perspectivas distintas sobre a importância de diferentes tipos de valores (HEIN *et al.*, 2006).

Por fim, o quinto passo é uma consideração explícita sobre as escalas (ecológicas e institucionais) adequadas que são pertinentes aos serviços ecossistêmicos e seus beneficiários. A avaliação das escalas e *stakeholders* envolvidos incrementa a aplicabilidade da valoração de serviços ecossistêmicos para suportar o processo de tomada de decisão, permitindo identificar os possíveis conflitos na gestão ambiental, principalmente entre *stakeholders* locais e *stakeholders* em escalas institucionais maiores (HEIN *et al.*, 2006).

Com relação ao processo de valoração *stricto sensu*, este comumente é feito através de técnicas de valoração que utilizam algumas das pressuposições da economia neoclássica acerca do comportamento do agente econômico (PEARCE, 1993; MOTTA, 1997; MAIA *et al.*, 2004). Exemplo é a suposição de racionalidade substantiva, que parte do princípio de que o agente é capaz de entender todas as variáveis que estão em jogo e avaliar as potenciais perdas em termos de bem-estar decorrentes da degradação ambiental.

Há que se considerar, também, que a prática corrente da valoração não incorpora a questão das complexidades envolvidas e não lida com a interdependência entre os componentes do capital natural. Ademais, a valoração traz em si um conflito ético,

pois ao alocar recursos que são herança comum de toda a sociedade atual e futura, atribui maior peso às preferências dos agentes com maiores rendas.

De maneira sucinta, pode-se dizer que a prática corrente da valoração de serviços ecossistêmicos enfrenta vários problemas, que podem ser agrupados em três pontos principais: i. ênfase na dimensão econômica dos valores dos serviços ecossistêmicos e a hipótese implícita de que as preferências são ponderadas pelo poder aquisitivo dos agentes; ii. hipóteses inadequadas sobre o comportamento dos agentes econômicos; iii. desconsideração sobre a complexidade dos processos ecológicos e suas interdependências, o que confere um caráter reducionista da valoração.

Quanto ao primeiro ponto, pode-se dizer que a definição de valores está associada a um espectro mais amplo de consideração das contribuições de determinado bem ou serviço (sejam eles provenientes ou não do capital natural) para o bem-estar de um agente econômico. Além de aspectos estritamente econômicos, considerações de ordem moral e ética também são incorporadas no processo de atribuição de valores, o que sugere que a dimensão social dos valores deve ser contemplada na valoração do capital natural.

No que tange ao capital natural, estes também possuem atributos de valores que podem não ser diretamente perceptíveis ou apropriados pelo homem. A dinâmica natural dos serviços ecossistêmicos é independente das ações humanas, no sentido de que eles não necessitam da indução humana para serem providos, cabendo sua oferta aos processos ecológicos. Neste sentido, os ativos do capital natural possuem o que se pode chamar de valor ecológico, que se refere à importância de cada componente estrutural do capital natural dentro do contexto mais amplo de interações ecológicas. A métrica de mensuração destes valores ecológicos não pode ser monetária; trata-se de uma métrica referida à sustentabilidade no longuíssimo prazo, que embute tanto um valor utilitário (sobrevivência da espécie humana), como um valor deontológico (reconhecimento do direito à sobrevivência de outras espécies não úteis).

Quanto ao segundo ponto, alguns métodos de valoração atribuem ao agente econômico uma racionalidade substantiva, pressupondo que estes sejam capazes de compreender corretamente todas as implicações da degradação de um recurso do capital natural ou de um serviço prestado. Tal hipótese está ancorada no *homo economicus* da economia neoclássica, cujas críticas pioneiras foram feitas por Herbert A. Simon (SIMON, 1959). Se a capacidade cognitiva dos agentes os impede de corretamente avaliar o que está sendo valorado, os métodos baseados na hipótese do agente onisciente inevitavelmente produzirão estimativas viesadas sobre os valores do capital natural. Em alguns casos, nem mesmo a contribuição de um painel de vários *experts* poderá superar essa limitação, dadas as complexidades e as incertezas envolvidas.

O terceiro ponto refere-se justamente à desconsideração da dinâmica dos processos ecológicos e o reconhecimento das interdependências entre os componentes do capital natural. É certo que o profundo desconhecimento sobre o funcionamento das funções ecossistêmicas e seus serviços limita sua incorporação no processo

de valoração. Todavia, a ciência oferece meios para se tentar compreender essa complexidade por meio de estruturas analíticas simplificadas que podem auxiliar o entendimento das principais relações de um sistema.

A consideração conjunta desses três pontos sugere que o processo de valoração de serviços ecossistêmicos requer a elaboração de estratégias que o auxiliem na superação de suas limitações, bem como considerar outras fontes do valor capital natural (dimensões ecológica e sociocultural). Considera-se, ainda, que a valoração de serviços ecossistêmicos não deve ser restrita apenas à mera aplicação dos métodos, devendo ser um processo mais amplo no qual sejam considerados aspectos econômicos, ecológicos e sociais.

2. VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: NOTAS PARA SEU APRIMORAMENTO METODOLÓGICO

Tendo em vista as constatações acima e também os já mencionados pressupostos da valoração de serviços ecossistêmicos, pretende-se discutir nesta seção o que se considera como perspectivas metodológicas no campo da valoração de serviços ecossistêmicos. As contribuições aqui apresentadas partem da orientação geral de que, se de um lado reconhece-se a insuficiência da utilização isolada destes métodos, de outro admite-se que esforços no sentido de refinar e ampliar o escopo da valoração econômica devem considerar os avanços já realizados, não desprezando em sua integralidade as metodologias já utilizadas.

Baseado no espírito de que deve haver uma soma de esforços para melhorar a acuidade da valoração e partindo-se do pressuposto de que a complexidade e as incertezas envolvendo os serviços ecossistêmicos exigem uma análise transversal, a contribuição apresentada passa por uma abordagem aqui chamada de econômico-ecológica, que pode ser considerada dinâmica porque considera a trajetória dos serviços ecossistêmicos ao longo do tempo em função de seus principais *drivers* de mudança (mudanças no uso do solo, por exemplo); e integrada porque não considera apenas a dimensão econômica dos valores dos serviços ecossistêmicos.

A valoração econômico-ecológica não trata do desenvolvimento de novos métodos, mas sim da ampliação do processo de valoração, considerando que este não deve ser apenas restrito à aplicação dos métodos. É preciso reconhecer que o uso da modelagem econômico-ecológica é uma condição *sine qua non* para se realizar um processo de valoração que explicita a dinâmica ecológica e suas interfaces com o sistema econômico.

A proposta de valoração aqui discutida visa integrar a valoração *stricto sensu* à análise mais geral da dinâmica ecológico-econômica dos serviços ecossistêmicos. Pode ser considerada como um paradigma distinto de valoração, uma vez que tem como objetivo não apenas a eficiência econômica e a alocação de recursos ambientais escassos, mas também a sustentabilidade ecológica e social.

A principal ferramenta operacional da abordagem de valoração aqui proposta é a utilização de modelos econômico-ecológicos. O campo de aplicação deste tipo de modelagem é amplo e pode oferecer resultados mais realísticos para a preservação e gestão dos serviços ecossistêmicos. Suas principais vantagens estão na possibilidade de elaboração de cenários e no tratamento dinâmico da trajetória dos fluxos de serviços ecossistêmicos.

Um dos requisitos básicos da valoração econômico-ecológica é a construção de um consenso sobre a necessidade de ter uma abordagem verdadeiramente transdisciplinar para lidar com a complexidade dos ecossistemas e suas contribuições para o bem-estar humano. A partir desse consenso, pesquisadores de várias áreas do conhecimento podem unir esforços para tentar buscar soluções para o enfrentamento do problema da degradação do capital natural, tendo como premissa básica e comum a constatação de que o verdadeiro desenvolvimento sustentável apenas será alcançado a partir do momento que se reconhecer que a vida humana e as atividades econômicas são dependentes do capital natural.

A valoração econômico-ecológica é uma metodologia de valoração de serviços ecossistêmicos que vem sendo desenvolvida no âmbito da corrente teórica chamada de Economia Ecológica. Trata-se de uma metodologia de valoração distinta da prática corrente na medida em que procura levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os diferentes valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas de estruturas e funções ecossistêmicas. Em outras palavras, diferentemente da prática corrente, a valoração econômico-ecológica busca levar em conta a sustentabilidade ecológica, econômica e social da manutenção e/ou uso dos recursos naturais.

Para a abordagem econômico-ecológica, o conhecimento aprofundado da dinâmica ecológica decorrente da complexidade dos ecossistemas é uma condição necessária para que a valoração de serviços ecossistêmicos possa efetivamente subsidiar a adoção de políticas de gestão sustentável dos recursos naturais. Os ecossistemas resultam das complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos (MEA, 2003). São sistemas adaptativos complexos, nos quais propriedades sistêmicas e 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*”) positivos e negativos (LEVIN, 1998), responsáveis por um equilíbrio dinâmico evolutivo. Eles incluem não apenas as interações entre os organismos, mas entre a totalidade complexa dos fatores físicos que formam o que é conhecido como ambiente (TANSLEY, 1935).

Do parágrafo acima, depreende-se que é vital para a valoração econômico-ecológica a realização de uma avaliação ecossistêmica *anterior* ao processo de valoração *stricto sensu*. Ela permite que sejam explicitados os serviços dos ecossistemas que estão sendo afetados ou poderão ser afetados por determinada ação antrópica.

Além disso, a avaliação ecossistêmica também auxilia na compreensão dos elos entre os benefícios ecossistêmicos e seus impactos no bem-estar humano de maneira ampla, considerando, inclusive, o significado sociocultural do meio ambiente dentro do contexto institucional analisado.

Na valoração econômico-ecológica, 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, seus serviços e sua contribuição ao bem-estar humano, bem como considerar os vários efeitos de *feedback* existentes entre ecossistemas e sistemas econômico (ROBINSON, 1991; HARRIS, 2002). Ao contrário de abordagens como a EIA (*Environment Impact Assessment*), a abordagem econômico-ecológica trata os ecossistemas como elementos internos à análise, tornando-a mais dinâmica e permitindo conhecer os impactos de mudanças ambientais sobre os resultados das atividades humanas e os efeitos que estas últimas têm sobre futuras mudanças nos ecossistemas (efeitos de retroalimentação), propiciando uma análise integrada.

O conhecimento limitado de disciplinas individuais em abordagens integradas tem levado a simplificações, reducionismos e dificuldades em lidar com a complexidade dos sistemas ecológico e econômico. As diferentes disciplinas possuem distintas idiosincrasias e o desafio está na construção de uma linguagem comum capaz de açambarcar as visões isoladas envolvidas. No caso da valoração de serviços ecossistêmicos, o conhecimento dos processos ecológicos torna-se uma condição essencial para o entendimento da dinâmica desencadeada por intervenções antrópicas nos ecossistemas. A partir dessas mudanças, pode-se utilizar esquemas valorativos que superem as limitações impostas pelas abordagens econômica e ecológica, nos quais os valores dos serviços ecossistêmicos não sejam representados apenas por valores fundamentados nas preferências dos indivíduos, mas em valores baseados em um sistema valorativo comum, cujos fundamentos se assemelhem a uma valoração sociocultural.

Além de considerar a dinâmica ecológica, uma verdadeira valoração econômico-ecológica deve incluir também as visões que diferentes grupos de indivíduos têm sobre as diversas categorias de serviços ecossistêmicos e suas dimensões culturais e éticas. Não basta apenas ampliar o cenário de valoração, incorporando aspectos de dimensões ecológicas e biofísicas. É preciso reconhecer que os seres humanos possuem uma racionalidade limitada e que é necessário ponderar quesitos de ordem social, introduzindo no debate questões sobre a escala ecológica sustentável, os riscos de perdas irreversíveis e a capacidade de resiliência dos ecossistemas.

Conforme 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 escas-

tos e onde o comportamento de agentes individuais e fluxos de energia e matéria são essenciais. 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.

Não obstante as similaridades, existem significativas diferenças entre as duas disciplinas, mormente ligadas a diferenças no uso de unidades de medida, diferenças no foco em distintas populações de interesse, distinções no tratamento de riscos e incertezas e paradigmas de análises. Ecólogos usualmente criticam os economistas pela sua excessiva concentração na dimensão antropocêntrica dos valores ecossistêmicos e a conseqüente desconsideração de importantes processos ecológicos, ao mesmo tempo em que economistas criticam ecólogos e demais cientistas naturais pela sua indisponibilidade em calcular as contribuições relativas de várias características dos ecossistemas para o bem-estar humano e a não consideração de qualquer tipo de preferência humana no processo de valoração. Estes conflitos de abordagem dificultam sobremaneira a integração das perspectivas econômica e ecológica, tornando complexa a tarefa de construir modelos que captem as interfaces entres os sistemas naturais e humano.

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 plataformas mais amplas de valoração tem atraído cada vez a atenção da comunidade acadêmica. Isso se deve principalmente a três fatores, que 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.

Por objetivar a integração entre os sistemas ecológico e econômico, a abordagem aqui descrita deve contar com o auxílio de modelos econômico-ecológicos. Isto é, enquanto paradigma mais amplo de valoração ecossistêmica, que parte do princípio de que a atribuição dos valores dos serviços ecossistêmicos não deve ser restrita apenas à aplicação dos métodos de valoração e nem a um esforço monodisciplinar, um processo amplo de valoração pressupõe o uso da modelagem econômico-ecológica como ferramenta operacional, cujo objetivo imediato 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 (BOCKSTAEL *et al.*, 1995). Em outras palavras, a funcionalidade da ferramenta de modelagem econômico-ecológica é subsidiar a avaliação ecossistêmica, mencio-



nada anteriormente, sem a qual torna difícil uma consideração menos reducionista das dimensões ecológica e social envolvidas. A importância de se considerar a dinâmica subjacente aos sistemas ecológico-econômicos está no fato de que assim se pode organizar/separar variáveis de estoque e variáveis de fluxo a fim de se evitar possíveis duplas contagens no processo de valoração de serviços ecossistêmicos (TURNER *et al.*, 1998).

O uso de modelos para a compreensão mínima da dinâmica dos sistemas (ou ecossistemas) não é exclusivo das ciências naturais. A Economia tem sido caracterizada pela utilização intensa de modelos econômicos, como parte de um processo de crescente formalismo. São usados como auxílio para o esclarecimento de problemas econômicos, cuja natureza é dialética. Assim, os modelos utilizados em ciência econômica devem ser vistos como analogias do raciocínio dialético dos economistas (GEORGESCU-ROEGEN, 2005).

Independente dos aspectos normativos sobre a utilização da modelagem em Economia, o fato é que esta prática tem sido bastante disseminada. No entanto, seguindo a tradição neoclássica, tais modelos não incorporam a dimensão ecológica, como que numa espécie de “fantasia”, na qual os fenômenos econômicos não têm nenhuma relação com o meio ambiente e este não representa nenhum tipo de obstáculo à obtenção dos resultados econômicos. Tal crença, chamada de hipótese ambiental tênue (MUELLER, 2007), fundamenta a chamada sustentabilidade fraca, cujo corolário básico é que, em última instância, o progresso humano tecnológico neutralizará possíveis efeitos negativos de natureza ambiental sobre o crescimento econômico e que o capital natural pode ser substituído pelo capital produzido pelo homem. Como desdobramento, negligenciam-se considerações importantes sobre a natureza da escassez do capital natural (ANDRADE *et al.*, 2012).

Assim como os modelos econômicos, modelos ecossistêmicos frequentemente não trazem considerações sobre os impactos que atividades econômicas têm sobre o meio ambiente. Essa tendência de isolacionismo em ambos os casos pode limitar os resultados dos modelos, tornando-os inadequados para tratar simultaneamente as dimensões socioeconômica e ecológica dos fenômenos reais.

A maioria dos fenômenos requer a integração de modelos econômicos e ecológicos, modelando-os simultaneamente. Tal integração exige o cumprimento de três requisitos necessários: i. profundo conhecimento das disciplinas envolvidas (no caso, economia e ecologia); ii. identificação e estruturação adequada do problema a ser investigado, e; iii. entendimento mútuo entre os pesquisadores (economistas e ecólogos, principalmente) sobre as escalas e os propósitos da ferramenta da modelagem.

Particularmente, modelos econômico-ecológicos são essenciais para o planejamento do uso da terra. Nestes casos, deve-se levar em consideração os *trade-offs* envolvidos entre rendimentos econômicos e provisão de serviços ecossistêmicos. A escolha de um determinado uso da terra pode maximizar os retornos econômicos no curto prazo, mas podem degradar um serviço ecossistêmico que no futuro pode

servir para a própria sustentabilidade do uso da terra escolhido. Por outro lado, estratégias de conservação desconectadas de informações econômicas podem não encontrar aderência por parte dos principais agentes da conservação.

Outro exemplo em que a integração de modelos ecológicos e ecossistêmicos é desejável está na elaboração de zoneamentos ecológicos em áreas que apresentam um alto custo de oportunidade da terra. Este é caso, por exemplo, dos desafios enfrentados pelas autoridades ambientais do estado de São Paulo, onde se encontram cerca de 18% de todos os remanescentes da Mata Atlântica no Brasil. Uma estratégia de conservação desses remanescentes deve levar em conta não apenas as prioridades de conservação da diversidade ecológica, baseadas, principalmente, em atributos de relevância ecológica, mas também incorporar dados econômicos, uma vez que o sucesso das políticas de conservação está diretamente relacionado a um adequado equilíbrio entre as variáveis ecológicas e econômicas.

Em se tratando da valoração de serviços ecossistêmicos, é clara a necessidade de interação entre modelos ecossistêmicos e econômicos. Os primeiros são úteis para descrever a dinâmica dos fluxos de serviços ecossistêmicos, enquanto que os últimos são necessários para representar o modo pelo qual o sistema econômico utiliza os serviços ecossistêmicos, impacta sua base de geração, alterando os seus fluxos e, em última instância, seus valores, uma vez que estes estão relacionados com sua abundância/escassez e nível crítico. Em suas interações e *feedbacks*, os valores dos serviços ecossistêmicos são dinâmicos, refletindo sua maior abundância ou escassez em função da trajetória de sua degradação ou recuperação. A própria evolução dos valores dos serviços ecossistêmicos pode indicar a existência de processos de degradação que não seriam identificados em um modelo puramente econômico. Adicionalmente, a consideração das interações ecológicas pode revelar que a degradação de determinada função ecossistêmica leva à deterioração de vários serviços ecossistêmicos que dela dependem.

Para além da vantagem de se considerar não apenas um único, mas um *bundle* de serviços ecossistêmicos, a ferramenta da modelagem econômico-ecológica permite a elaboração de cenários, considerada essencial para a formulação de políticas e para a apreciação de resultados econômicos e ecológicos em função de vários tipos de estratégias adotadas. Uma vez apresentados os resultados dos cenários simulados, *experts* e sociedade civil podem conjuntamente decidir sobre a estratégia mais adequada à luz de critérios ecológicos, econômicos e sociais.

Mesmo apresentando algumas vantagens em sua utilização, a disseminação dos modelos econômico-ecológicos requer a superação de alguns desafios. Em primeiro lugar, estão aqueles inerentes à própria resistência de pesquisadores em adotar posturas transdisciplinares. Em segundo lugar, além do diálogo entre a economia e ecologia (e outras ciências sociais e naturais), a elaboração de modelos econômico-ecológicos exige que os profissionais dessas áreas cheguem a um consenso sobre as várias abordagens adotadas, sobre os procedimentos básicos de especificação dos modelos e escolha das escalas espaciais, temporais e institucionais adequadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo discutir as maneiras pelas quais pode se viabilizar o esforço de aperfeiçoamento metodológico do processo de valoração de serviços ecossistêmicos. A premissa básica adotada foi de que esta deve contar com a utilização da ferramenta de modelagem econômico-ecológica como requisito básico para compreensão da dinâmica ecológica envolvida e a incorporação dos valores de outros serviços ecossistêmicos que de outra maneira não seriam captados.

A análise empreendida, de cunho eminentemente teórico-metodológico, visou avaliar criticamente a abordagem dominante em valoração de serviços ecossistêmicos e mostrar as alternativas metodológicas de uma abordagem econômico-ecológica. A contribuição principal foi a de oferecer um referencial para a diferenciação entre um processo de valoração neoclássica, fortemente economicista, e um processo de valoração econômico-ecológica, cuja característica principal é o uso de ferramentas auxiliares para a consideração ampla e simultânea das variáveis ecossistêmicas, reforçando o caráter necessariamente interdisciplinar de exercícios valorativos.

Foi visto que o conjunto de métodos de valoração desenvolvidos e a forma como vem sendo aplicados pela economia ambiental neoclássica resulta em avaliações reducionistas do valor dos recursos naturais e/ou serviços ecossistêmicos. Em primeiro lugar, em função da pouca importância dada à compreensão aprofundada da complexidade ecossistêmica e suas relações com diferentes grupos de atores sociais por meio do diálogo interdisciplinar. Em segundo lugar, em função da desconsideração dos riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas, o que acaba por negligenciar e estiolar o papel da sustentabilidade ecológica.

A superação de tais limitações requer o resgate de uma visão econômico-ecológica ampla e holística que tenha fôlego para suportar um processo de valoração de ecossistemas complexos que envolve múltiplas dimensões de valor – ecológica, social e econômica. A existência de múltiplas dimensões de valor dos recursos naturais implica a necessidade de se utilizar análises multicriteriais no processo de valoração. No entanto, estas múltiplas dimensões dos serviços ecossistêmicos associadas à complexidade ecossistêmica resultam em um número elevado de variáveis e parâmetros ecológicos, econômicos e sociais que não tem como ser manejado sem uma ferramenta que as integre em um modelo.

Em termos de repercussão sobre políticas públicas, a proposta aqui desenvolvida pode auxiliar no monitoramento e avaliação de várias modalidades de política ambiental, a exemplo dos chamados Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Ao permitir a elaboração de cenários e a avaliação da trajetória dos serviços ecossistêmicos, a valoração fundamentada na modelagem econômico-ecológica oferece um leque de informações que pode indicar ganhos ou perdas em termos de serviços ecossistêmicos e, em última instância, a eficácia de tais políticas. Ademais, uma valoração mais acurada diminui a assimetria de informações entre os

agentes, facilitando um processo de negociação mais transparente, com menores custos de transação e que leve em consideração os *trade-offs* envolvidos.

Naturalmente, restam grandes desafios a serem transpostos. Primeiro, há que se avançar na sintonia entre economistas, ecólogos, biólogos e demais pesquisadores (cientistas sociais, inclusive). O diálogo construtivo e aberto entre esses profissionais é essencial para a construção de uma massa crítica sólida para se desvendar os nexos entre ecossistemas, sistema econômico e bem-estar humano. Segundo, deve-se enfrentar a escassez de informações por meio de esforços deliberados na construção de uma base ampla de dados que subsidie processos de avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos.

Por fim, refinamentos constantes nos modelos econômico-ecológicos devem ser perseguidos no intuito de representar de forma cada vez mais fiel os fenômenos reais de interação entre os meios natural e humano. Deve-se, ainda, avançar na melhor sintonia entre tais modelos e técnicas de georreferenciamento de forma a permitir o melhor tratamento das escalas espaciais dos serviços ecossistêmicos.

O debate aqui iniciado tem por função explícita estimular o surgimento de avanços teórico-metodológicos adicionais sobre o tema. Para além disso, exercícios empíricos, escassamente encontrados, são naturalmente um passo necessário no sentido de fornecer embasamento prático às propostas arroladas. A disseminação da prática de uma valoração econômico-ecológica ainda tem uma longa trajetória a ser percorrida. A contribuição deste trabalho foi de indicar alguns passos iniciais na direção da real diferenciação metodológica entre a Economia Ecológica e a Economia Ambiental Neoclássica. A transição entre uma fase de elaboração de críticas e o tirocínio de novas práticas é um processo necessário, porém desafiador. Se a impressão geral deste artigo permitir sua interpretação como sendo um esforço no sentido de pontuar e direcionar essa transição, é válido afirmar que seu principal objetivo foi alcançado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZONAS, M. de C. Valor ambiental em uma perspectiva heterodoxa institucional-ecológica. *Economia e Sociedade*, v. 18, n. 1 (53), p. 183-212, 2009.

ANDRADE, D.C., ROMEIRO, A.R., SIMÕES, M.S.. *From an Empty to a Full World: a nova natureza da escassez e suas implicações*. *Economia e Sociedade*, v. 21, p. 695-722, 2012.

ANDRADE, D.C. Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica. Tese de Doutorado, Instituto de Economia – UNICAMP, 268p., 2010.

AZQUETA, D., SOTELSEK, D. Valuing Nature: from environmental impacts to natural

capital. *Ecological Economics* 63, p. 22-30, 2007.

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. Issues in Ecosystem Valuation: Improving Information for Decision Making. *Ecological Economics* 14, p. 73-90, 1995.

BOCKSTAEL, N. E., FREEMAN III, A.M., KOPP, R.J., PORTNEY, P.R., SMITH, V.K. On Measuring Economic Values for Nature. *Environmental & Science Technology* 34, p. 1384-1389, 2000.

BOCKSTAEL, N., COSTANZA, R., STRAND, I., BOYNTON, W., BELL, K., WAINGER, L. Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems. *Ecological Economics* 14(2), p. 143-159, 1995.

COSTANZA, R. Social goals and valuation of natural capital. *Environmental Monitoring and Assessment* 86, p. 19-28, 2003.

_____. Social Goals and the Valuation of Ecosystem Services. *Ecosystems* 3, p. 4-10, 2000.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Métodos em ciência econômica. *Economia Ensaio* 20 (1), p. 7-16, 2005. [reprodução]

GONZÁLEZ, B.A. La valoración económico-ecológica y la presente coyuntura socioecológica latinoamericana. In: UICN (Unión Mundial para la Naturaleza), 2004. *Valoración económica, ecológica y ambiental: análisis de casos em Iberoamérica*. San Jose: EUNA, 2004.

HARRIS, G. Integrated assessment and modeling: an essential way of doing science. *Environmental and Modelling & Software* 17, p. 201-207, 2002.

HEIN, L., VAN KOPPEN, K., DE GROOT, R.S., VAN IERLAND, E.C. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 57(2), p. 209-228, 2006.

LEVIN, S. A. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems* 1, p. 431-436, 1998.

MAIA, A.G., ROMEIRO, A.R., REYDON, B.P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. Texto para Discussão, Instituto de Economia/ UNICAMP, nº 116, março, 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). *Ecosystem and Human Well-Being: A framework for assessment*. Washington, D.C.: Island Press, 2003.

MOTTA, R.S. da. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília:

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

MUELLER, C.C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora UnB, 2007.

PEARCE, D. *Economic values and the natural world*. Londres: Earthscan Publications, 1993.

ROBINSON, J.B. Modelling the interactions between human and natural systems. *International Social Science Journal* 130, p. 629-647, 1991.

SIMON, H. A. Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American Economic Review* 49 (3), p. 253-283, 1959.

TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 3, p. 284-307, 1935.

TURNER, R.K., ADGER, W.N., BOUWER, R. Ecosystem services value, research needs, and policy relevance: a commentary. *Ecological Economics* 25 (1), p. 61-65, 1998.