

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica

*Lucilia Maria Parron
Junior Ruiz Garcia
Edilson Batista de Oliveira
George Gardner Brown
Rachel Bardy Prado
Editores Técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2015

Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos

Lucilia Maria Parron, Junior Ruiz Garcia

Resumo: O bem-estar humano e o sistema econômico são fortemente dependentes do fluxo de bens e serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais resultantes da dinâmica dos ecossistemas. O *Millenium Ecosystem Assessment* classifica esses como de provisão, regulação, suporte e culturais. Mudanças no uso e cobertura da terra podem alterar o fluxo desses serviços e, por conseguinte, o bem-estar humano, além de resultar em impactos econômicos geralmente não previstos, como os custos com o controle de enchentes, fornecimento de água potável e controle da erosão do solo. Desse modo, a quantificação, mapeamento e avaliação de múltiplos serviços ambientais são de grande interesse para as políticas com foco conservacionista e de ordenamento territorial. Assim, os objetivos do presente capítulo são apresentar e discutir conceitos, condicionantes e indicadores associados a serviços ambientais.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, funções ecossistêmicas, uso e cobertura da terra, indicador de serviços ambientais, avaliação de serviços ambientais, classificação de serviços ecossistêmicos.

Ecosystem services: concepts, classification, indicators and related aspects

Abstract: Human well-being and economic system are strongly dependent on the flow of ecosystem goods and ecosystem services from ecosystem dynamic. The Millennium Ecosystem Assessment classifies ecosystem services as provision, regulation, support, and cultural. Then, changing in land use and land cover can affect the flow of these services, and therefore human well-being, and the economic system, as the cost of flood control, drinking water supply and soil erosion control. Thus, quantification, mapping, and assessment of multiple ecosystem are of great interest to policy with focus in conservation and land use. The main goals of this chapter are presenting and discussing concepts, constraints and indexes of ecosystem services.

Keywords: ecosystem function, land use change, ecosystem services indicator, ecosystem services assessment, ecosystem services classification, trade-off analysis.

1. Introdução

O bem-estar humano e o sistema econômico são fortemente dependentes do capital natural (água, ar, solo, fauna e flora) e dos serviços resultantes do funcionamento dos ecossistemas. Por isso, mudanças no funcionamento ecológico de qualquer ecossistema podem ter efeitos diretos ou indiretos sobre os benefícios e a qualidade de vida das populações humanas (BURKHARD et al., 2012; COSTANZA et al., 1997a; DAILY, 1997). Mudanças no uso e cobertura da terra que ocorrem em função da urbanização e processos de conversão da vegetação nativa em área de produção

agrícola, além de outras demandas da sociedade, intensificam a exploração dos recursos naturais (ANDRADE et al., 2012; COSTANZA et al., 1997b; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; MUELLER, 2007; SACHS, 2008) e resultam em impactos econômicos geralmente não previstos, como os custos associados ao controle de enchentes, ao fornecimento de água potável e ao controle da erosão do solo.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), a maior avaliação dos impactos das atividades humanas no meio ambiente, feita

por mais de 1.300 autores e colaboradores de 95 países, identificou que 15 dos 24 serviços ecossistêmicos em nível global estão em declínio, o que pode causar um grande impacto negativo para o bem-estar humano no futuro. Esse trabalho popularizou o termo serviços ambientais e o conhecimento sobre os benefícios dos ecossistemas obtidos pelos seres humanos, e alertou sobre a relevância da pesquisa relacionada à avaliação, modelagem e mapeamento de serviços ambientais, de modo que a pesquisa em serviços ambientais tornou-se uma importante área de investigação na última década. Em função disso, o número de artigos abordando esse tema aumentou exponencialmente.

Embora grande parcela da sociedade não reconheça a função dos ecossistemas no bem-estar humano, na última década, o tema ‘serviços ambientais’ passou a ser considerado na formulação de políticas públicas brasileiras e nas discussões de uso e ocupação das terras (ver Capítulo 32). Essas políticas consideram que, se planejadas e manejadas adequadamente, paisagens produtivas podem prover não só a produção de alimentos e fibras, mas também ampla variedade de serviços ambientais que em sua maioria não tem valor de mercado, como a conservação da biodiversidade, regulação da água, e regulação climática. Portanto, a quantificação, mapeamento e avaliação de múltiplos serviços ambientais são de grande interesse para as políticas com foco conservacionista e de ordenamento territorial.

Neste contexto, este capítulo tem por objetivo apresentar e discutir conceitos, condicionantes e indicadores associados a serviços ambientais .

2. Conceitos e classificação

Devido à complexidade de conceitos envolvidos na avaliação dos benefícios aportados pela dinâmica ecossistêmica à sociedade e ao sistema econômico, a seguir apresentamos a definição de alguns termos.

Bens e serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais (*ecosystem services*) são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (COSTANZA et al., 1997a, 1997b; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003, 2005). O conceito tem implícita a ideia de valor econômico ou valor de uso e dos benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas (ANDRADE, 2009). É o mais aceito pela literatura e, por isso, é adotado por essa publicação.

Para conhecimento, são apresentadas outras definições, variantes da apresentada pelo Millennium Ecosystem Assessment (2005). Inicialmente, os serviços ambientais

foram definidos como ‘condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantêm a vida humana’ (DAILY, 1997), e ‘benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas’ (COSTANZA et al., 1997a, 1997b). Para De Groot et al. (2002), serviços ambientais são ‘processos naturais que garantem a sobrevivência das espécies no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas’. Por outro lado, para Boyd e Banzhaf (2007) ‘não são os benefícios, mas componentes da natureza diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano’. Para Haines-Young e Potschin (2013), serviços ambientais são as contribuições dos ecossistemas (natural ou modificado) que afetam diretamente ou indiretamente o bem-estar humano. Ainda para esses autores, a característica fundamental dos serviços ambientais são as conexões mantidas com as funções, processos e estruturas do ecossistema que os originam. Lele et al. (2013); e Ojea et al. (2012) comparam com muita clareza as definições e classificações utilizadas por diferentes autores.

Poucos autores (MURADIAN et al., 2010; SIMÕES; ANDRADE, 2013; SÃO PAULO, 2014) fazem distinções conceituais entre ‘serviços ecossistêmicos’ e ‘serviços ambientais’. Para Muradian et al. (2010), ‘serviços ecossistêmicos’ é uma subcategoria de serviços ambientais, que trata exclusivamente dos benefícios humanos derivados de ecossistemas naturais, e o termo ‘serviços ambientais’ designa os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, tais como as atividades humanas para a manutenção ou a recuperação dos componentes dos ecossistemas. Esse conceito enfatiza a contribuição humana para a manutenção ou ampliação do fluxo de bens e serviços ecossistêmicos, já que o resultado dessas ações pode afetar o seu fluxo. Essa separação conceitual está muito relacionada à adoção dos chamados esquemas ou programas de pagamentos por serviços ambientais (PSAs), discutidos adiante nesse capítulo.

Contudo, a maioria dos autores nacionais (GUEDES; SEEHUSEN, 2011; SANTOS; VIVAN, 2012; SIMÕES; ANDRADE, 2013) e internacionais (COSTANZA et al., 1997a, 1997b; DAILY, 1997; DE GROOT et al., 2002; FISHER e al., 2009; HAINES-YOUNG et al., 2012), não fazem distinção entre os dois termos. Os editores dessa obra reconhecem a importância da distinção entre “bens e serviços ecossistêmicos” e “serviços ambientais”, tanto para fins de pesquisa e aplicação na sociedade como para fins de política pública, e

concordam que essa discussão merece aprofundamento. Para fins práticos e para facilitar a leitura dos trabalhos, essa obra adotará os termos “bens e serviços ecossistêmicos” e “serviços ambientais” como sinônimos, porque os vários autores usaram essa forma de tratamento para os benefícios apreendidos pela sociedade dos ecossistemas. Contudo, como os editores não influenciaram na abordagem teórico-metodológica alguns autores fazem distinção entre os termos em seus capítulos.

Bem-estar humano é representado pelas experiências a partir do acesso adequado às condições básicas para a vida humana, como o acesso ao alimento em quantidade e qualidade, liberdade de escolha, saúde, boas relações sociais, identidade cultural e segurança (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Funções ecossistêmicas são um subconjunto de propriedades ecossistêmicas que indicam o grau que um serviço ambiental pode ser provido, e correspondem à capacidade dos ecossistemas em fornecer os serviços que, direta e/ou indiretamente, irão satisfazer as necessidades humanas (DE GROOT et al., 2002). Funções ecossistêmicas e serviços ambientais não representam resultados de uma única relação. Por exemplo, um único serviço ambiental pode ser resultado de duas ou mais funções ecossistêmicas, ou mesmo, uma única função pode produzir mais que um serviço ambiental (DALY; FARLEY, 2004).

Propriedades ecossistêmicas são o conjunto de condições, processos e estruturas dos ecossistemas que definem se um determinado serviço ambiental pode ser provido (p. ex., propriedades do solo, ciclagem de nutrientes e biodiversidade) (BASTIAN et al., 2012).

Uso e cobertura da terra são as atividades humanas que afetam propriedades, funções e serviços ambientais (VAN OUDENHOVEN et al., 2012).

A expressão **trade-off** é largamente utilizada para designar situações de escolha entre opções conflitantes, muitas vezes traduzida como ‘perde-e-ganha’. Caracteriza-se por uma ação que visa à solução de um problema em detrimento de outro, quando se abre mão de um bem ou serviço para se obter outro. Na literatura econômica, trade-off frequentemente é descrito como custo de oportunidade, pois representa o que se deixa de usufruir por ter escolhido outra opção. Nos serviços ambientais, trade-offs surgem de escolhas que podem mudar o tipo e a magnitude dos serviços produzidos pelos ecossistemas. Ocorrem quando a prestação de um serviço ambiental é reduzida em consequência do aumento de outro (RODRÍGUEZ et al., 2006).

3. Classificação dos serviços ambientais

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio classificou os serviços ambientais em quatro categorias fundamentais: provisão, regulação, cultural e de suporte (Tabela 1). Essa classificação é a mais utilizada, embora outros autores tenham proposto alterações nessa classificação (BOYD; BANZHAF, 2007; FISHER et al., 2009; WALLACE, 2007).

Serviços de suporte propiciam as condições necessárias para que os demais serviços possam ser disponibilizados à sociedade. Os benefícios ocorrem, em sua maioria, de maneira indireta, e se manifestam em longo prazo, como a formação e a manutenção da fertilidade do solo, a produção de oxigênio, a ciclagem de nutrientes e a produção primária, que estão na base do crescimento e da produção. Acima de tudo, a diversidade biológica (incluindo genes e espécies), encontrada em ambientes naturais constitui o suporte a todo o funcionamento dos ecossistemas e permite que os ecossistemas sejam resilientes às mudanças externas, de modo a não sofrer alterações significativas no seu estado. Nos demais serviços, os benefícios são diretos e, normalmente, ocorrem em prazos menores. Por exemplo, a sociedade não utiliza diretamente o serviço de formação do solo, embora alterações neste afetem indiretamente o bem-estar, porque alteram o fluxo do serviço de produção.

Serviços de provisão compreendem os produtos obtidos dos ecossistemas e que são oferecidos diretamente à sociedade, como alimentos e fibras naturais, madeira para combustível, água, material genético, entre outros.

Serviços de regulação englobam os benefícios obtidos pela sociedade a partir da regulação natural dos processos ecossistêmicos, tais como a manutenção da qualidade do ar e o controle da poluição, por meio da regulação da composição dos gases atmosféricos; a regulação do clima; a regulação dos fluxos de água (ciclo hidrológico) e o controle das enchentes, evitando inundações e contribuindo para a recarga dos aquíferos; o controle da erosão; a purificação da água; a redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico, a regulação de danos naturais e a polinização de plantas agrícolas e silvestres.

Serviços culturais são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, que contribuem para o bem-estar da sociedade, como enriquecimento espiritual e cultural, desenvolvimento cognitivo, reflexão sobre os processos naturais, oportunidades de lazer, ecoturismo e recreação.



Tabela 1. Classificação dos serviços ambientais em serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte.

Categorias	Exemplos de serviços
Serviços de suporte	Manutenção da biodiversidade Manutenção do ciclo de vida (ciclagem de nutrientes e da água/fotossíntese) Formação do solo
Serviços de provisão	Alimentos Fibras/madeira Recursos genéticos Recursos medicinais Recursos ornamentais Água potável
Serviços de regulação	Regulação da qualidade do ar Regulação do clima (incluindo sequestro de C) Regulação dos fluxos de água (enchente/seca) Purificação da água Fertilidade do solo Prevenção da erosão Controle biológico (doenças/pragas) Polinização Prevenção de desastres Controle de resíduos
Serviços culturais	Valores estéticos (paisagem) Recreação e turismo Valores espirituais e religiosos Valores educacionais/culturais

*Fonte: Milenium Ecosystem Assessment (2005).

Em resumo, o funcionamento dos ecossistemas é afetado por múltiplas interações entre vários tipos de serviços ambientais, resultando em uma rede altamente complexa. A ação humana pode afetar positivamente o provimento de serviços ambientais em ecossistemas ou áreas que tenham sido degradadas. Por exemplo, quando produtores rurais promovem a recuperação da cobertura vegetal em suas propriedades seguramente contribuem para a redução da erosão do solo, aumento da capacidade de captura e armazenagem de carbono (pelo solo e pela vegetação) e para a melhoria da qualidade dos corpos d'água.

4. Indicadores de avaliação de serviços ambientais

Diferentes abordagens têm sido usadas para avaliar os serviços ambientais e tornar essas avaliações facilmente disponíveis. As mais comuns são baseadas em indicadores ecológicos, sociais e econômicos (ZHEN; ROUSTRAY, 2003) e têm como objetivo documentar e compreender as alterações ecológicas e, ao mesmo tempo, expressar de maneira simplificada processos que são complexos. Sob o aspecto ecológico, os indicadores são eficientes para caracterizar a composição, estrutura e função de sistemas complexos

(HEINK; KOWARIK, 2010; WILLIAMS; HEDLUND, 2014) e são usados para avaliar a condição do ambiente, para monitorizar as tendências, mostrar alterações ou para diagnosticar a causa de um problema ambiental (CAIRNS JUNIOR et al., 1993). O seu uso pressupõe que reflitam as mudanças ambientais que ocorrem em vários níveis na hierarquia ecológica (DALE; BEYELER, 2001).

Embora diferentes estruturas de indicadores tenham sido sugeridas para avaliar serviços ambientais (HEINK; KOWARIK, 2010; MÜLLER; BURKHARD, 2012; VAN OUDENHOVEN et al., 2012), ainda é difícil generalizar indicadores para aplicação nos diversos ecossistemas. Além disso, diversos serviços ambientais, especialmente os culturais, não são bem compreendidos (TENGBERG et al., 2012).

5. Pagamentos por serviços ambientais

Serviços ambientais podem se configurar como novos direitos, passíveis de regulação, de modo a serem capazes de resultar em benefícios compensatórios, não necessariamente econômicos, aos seus fornecedores. A maioria dos serviços ambientais não tem seu direito de propriedade definido, porque são bens públicos. Desse modo, não há sistema de preços e nem mercados definidos para eles. No entanto, a necessidade de preservação de determinados componentes do ecossistema (p.ex., matas ciliares, vegetação nativa em topo de morro, fertilidade do solo e capacidade de infiltração da água da chuva no solo) implica um custo privado a determinados agentes econômicos como os produtores rurais, embora o benefício seja público. Como muitos dos serviços ambientais estão disponíveis gratuitamente, sem mercados e sem sistemas de preços atribuídos, o seu verdadeiro valor em longo prazo não é incluído nas estimativas econômicas da sociedade. Uma vez que alguns serviços importantes podem ainda não se encontrar identificados, a abordagem de precaução¹ é necessária, a fim de preservar o patrimônio natural. Neste sentido, a identificação e mensuração biofísica e econômica dos benefícios aportados pela dinâmica ecossistêmica na forma de bens e serviços à sociedade é um grande desafio para a adequada gestão dos ecossistemas e do sistema econômico.

Por conseguinte, uma proposta para estimular a preservação dos ecossistemas tem sido a adoção de esquemas ou programas de pagamentos por serviços ambientais (PSAs).

A incorporação do conceito de serviços ambientais no Brasil tem sido feita em escalas local e regional, gerando resultados animadores sobre PSAs, políticas públicas de incentivos à manutenção e produção de serviços ambientais. Além disso, tem funcionado como um incentivo para a gestão sustentável dos recursos naturais e melhoria do bem-estar da sociedade. Experiências bem sucedidas de PSAs no Brasil são descritas em Hercowitz et al. (2011) e Santos e Vivan (2012). Nelas, os autores ressaltam o papel dessa ferramenta como parte de uma combinação de políticas públicas em várias escalas e o potencial desse mecanismo para criar e desenvolver mercados para serviços ambientais e promover a participação voluntária de fornecedores ou compradores desses serviços. Políticas de PSAs constituem um dos caminhos para fomentar a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, mas não devem substituir instrumentos de comando e controle existentes e adequados, que muitas vezes não são devidamente executados ou cumpridos por falta de fiscalização ou ajustes necessários, mas são de fundamental importância.

6. Considerações finais

Embora no Brasil ainda tenhamos poucos resultados de avaliação de múltiplos serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais, o tema tem despertado o interesse de agricultores, políticos e sociedade brasileira em geral. A crescente motivação no tema resulta do fato de que o capital natural está se tornando cada vez mais escasso. A abordagem em serviços ambientais busca induzir mudança de paradigmas no manejo de recursos naturais e contribuir para a tomada de decisão de gestores de recursos naturais e formuladores de políticas para o bem-estar da sociedade. A decisão a se adotar sobre o uso, ocupação e manejo da terra é uma combinação entre políticas governamentais e escolhas do proprietário da terra. Informações sobre como e em que magnitude os serviços ambientais de provisão, regulação, suporte ou culturais são produzidos devem servir como base para tornar essas decisões mais consistentes.

Este capítulo introdutório buscou apresentar conceitos, classificação e indicadores de serviços ambientais. Na sequência (Parte 1), os capítulos examinam como uma série de indicadores bem documentados na literatura, associados à conservação da água e do solo, conservação da biodiversidade

¹ O **Princípio da precaução** é uma forma de se pensar a conservação dos recursos naturais, embora tenha sido aplicado nas questões de saúde pública. A precaução está assentada no princípio de que não se deve expor a sociedade e o próprio ecossistema a danos ou degradação caso não seja necessário. Em outras palavras, quando existir incerteza quanto aos “reais” resultados ou efeitos de determinada ação humana sobre a sociedade ou o ecossistema, o ideal será aguardar o avanço científico, para que se tenham as informações necessárias para uma tomada de decisão mais segura sobre a adoção de determinado produto ou processo econômico. Por fim, o princípio da precaução está presente no texto da lei brasileira que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981), além disso, ele também foi incorporado na Declaração do Rio de Janeiro (Rio-92) (CEZAR; ABRANTES, 2003).

e sequestro de carbono, podem ser utilizados para medir a capacidade dos ecossistemas em prestar serviços ambientais. Na seção seguinte (Parte 2), são apresentados resultados de estudos que utilizam a abordagem de serviços ambientais no bioma Mata Atlântica, em áreas experimentais de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. O livro finaliza (Parte 3) discutindo a previsão do pagamento por serviços ambientais pelo Código Florestal Brasileiro e o que deve ser considerado na elaboração de políticas públicas em serviços ambientais.

Referências

- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico**: rumo a uma 'Economia dos Ecossistemas'. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 2009. 24 p. (IE/UNICAMP. Texto para discussão, 159).
- 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**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 695-722, dez. 2012.
- BASTIAN, O.; HAASE, D.; GRUNEWALD, K. Ecosystem properties, potentials and services: the EPPS conceptual framework and an urban application example. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, p. 7-16, 2012.
- BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 63, n. 2-3, p. 616-626, 2007.
- BURKHARD, B.; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MÜLLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, p. 17-29, special issue, 2012.
- CAIRNS JUNIOR, J.; McCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B. R. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 263, p. 1-44, 1993.
- CEZAR, F. G.; ABRANTES, P. C. C. Princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 225-262, maio/ago. 2003.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DAILY, G. C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P. R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G. M. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Issues in Ecology**, Washington, DC, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997a.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; 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. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, London, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997b.
- DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997. 392 p.
- DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, p. 3-10, 2001.
- DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological economics**: principles and applications. Washington, DC: Island Press, 2004. 484 p.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 41, p. 393-408, 2002.
- FISHER, B.; TURNER, K. R.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009.
- GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- HAINES-YOUNG, R.; POTTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)**: consultation on version 4, August-December 2012. 2013. Report to the European Environment Agency. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. Disponível em: <<http://www.cices.eu>>. Acesso em: set. 2014.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M.; KIENAST, F. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, p. 39-53, special issue, 2012.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 10, p. 584-593, 2010.

HERCOWITZ, M.; MATTOS, L.; SOUZA, R. P. Estudos de casos sobre serviços ambientais. In: MATTOS, L.; HERCOWITZ, M. (Ed.). **Economia do meio ambiente e serviços ambientais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 163-279.

LELE, S.; SPRINGATE-BAGINSKI, O.; LAKERVELD, R.; DEB, D.; DASH, P. Ecosystem services: origins, contributions, pitfalls and alternatives. **Conservation and Society**, London, v. 11, p. 343-358, 2013.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. 245 p. Disponível em: <http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf>. Acesso em: 9 out. 2014.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: global assessment reports**. Washington, DC: Island Press, 2005.

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

MÜLLER, F.; BURKHARD, B. The indicator side of ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 26-30, 2012.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL U.; KOSOY N.; MAY, P. H. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

OJEA, E.; MARTIN-ORTEGA, J.; CHIABAI, A. Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services. **Environmental Science and Policy**, v. 19-20, p. 1-15, 2012.

RODRÍGUEZ, J. P.; BEARD JUNIOR, T. D.; BENNETT, E. M.; CUMMING, G. S.; CORK, S.; AGARD, J.; DOBSON, A. P.; PETERSON, G. D. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, 2006.

SACHS, J. **A riqueza de todos: a construção de uma economia sustentável em um planeta superpovoado, poluído e pobre**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

SANTOS, R. F.; VIVAN, J. L. **Pagamento por serviços ecossistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012. 180 p. (Diálogos Setoriais União Européia-Brasil).

SÃO PAULO (Estado). Sistema Integrado de Gestão Ambiental. **Projeto de Recuperação de Matas Ciliares**. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/IRS4eM>>. Acesso em: 23 out. 2014.

SIMÕES, M. S.; ANDRADE, D. C. Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 59-78, jan./jun. 2013.

TENGBERG, A.; FREDHOLM, S.; ELIASSON, I.; KNEZ, I.; SALTZMAN, K.; WETTERBERG, O. Cultural ecosystem services provided by landscapes: assessment of heritage values and identity. **Ecosystem Services**, v. 2, p. 4-26, 2012.

VAN OUDENHOVEN, A. P. E.; PETZ, K.; ALKEMADE, R.; HEIN, L.; DE GROOT, R. S. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, p. 110-122, special issue, 2012.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. **Biological Conservation**, Essex, v. 139, n. 3-4, p. 235-246, 2007.

WILLIAMS, A.; HEDLUND, K. Indicators and trade-offs of ecosystem services in agricultural soils along a landscape heterogeneity gradient. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 77, p. 1-8, 2014.

ZHEN, L.; ROUTHAY, J. K. Operational indicators for measuring agricultural sustainability in developing countries. **Environmental Management**, New York, v. 32, n. 1, p. 34-46, 2003.

