

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

# **Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos**

*Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz  
Rachel Bardy Prado  
Lucília Maria Parron  
Mônica Matoso Campanha*

Editores Técnicos

**Embrapa**  
Brasília, DF  
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**  
Rua Jardim Botânico, 1024  
CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 2179-4500  
Fax: (21) 2274-5291  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

**Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição**

Embrapa Solos

**Comitê Local de Publicações da Embrapa Solos**

Presidente

*Vinicius de Melo Benites*

Secretária-Executiva

*Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros

*Adriana Vieira de Camargo de Moraes*

*Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira*

*Enyomara Lourenço Silva*

*Evaldo de Paiva Lima*

*Joyce Maria Guimarães Monteiro*

*Luciana Sampaio de Araujo*

*Maria Regina Capdeville Laforet*

*Maurício Rizzato Coelho*

*Ricardo de Oliveira Dart*

*Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial  
*Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto  
*Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica  
*Luciana Sampaio de Araujo*

Capa  
*Eduardo Guedes de Godoy*

Fotos da capa  
*Joice Nunes Ferreira*

*Mônica Matoso Campanha*  
*Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz*

*Rachel Bardy Prado*  
*Paulo Luiz Lanzetta Aguiar*

Editoração eletrônica  
*Alexandre Abrantes Cotta de Mello*

**1ª edição**

1ª impressão (2019): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Solos

---

Marco referencial em serviços ecossistêmicos / Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2019.  
160 p. : il. color.

ISBN 978-85-7035-909-4

1. Serviços ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Agricultura. I. Ferraz, Rodrigo Peçanha Demonte. II. Prado, Rachel Bardy. III. Parron, Lucília Maria. IV. Campanha, Mônica Matoso. V. Embrapa Solos.

CDD 577



## CAPÍTULO 1

# Serviços ecossistêmicos: uma abordagem conceitual

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz

Rachel Bardy Prado

Margareth Gonçalves Simões

Mônica Matoso Campanha

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo

Ivan Bergier Tavares de Lima

Ana Paula Dias Turetta

Rafael Gonçalves Tonucci

Joyce Maria Guimarães Monteiro

Lucília Maria Parron

## Introdução

O presente capítulo tem como propósito introduzir o leitor nos conceitos fundamentais sobre o tema “*Serviços Ecosistêmicos*” ou “*Serviços Ambientais*”. Desse modo, será discutido, brevemente, o que são e quais são os diferentes tipos de serviços ecosistêmicos. Assim como, suas relações com as funções ecosistêmicas.

Além dessa breve discussão sobre os principais aspectos do tema “*Serviços Ecosistêmicos*”, serão apresentados os principais posicionamentos conceituais que permeiam este documento e sob os quais a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) baliza a sua atuação no cumprimento da sua missão de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia.

### O que são os serviços ecosistêmicos ou ambientais?

O conceito de serviços ecosistêmicos (SE) ou serviços ambientais (SA), ultrapassando os limites dos meios acadêmicos e científicos, vem se tornando, cada vez mais, visível nas agendas de governo e nos debates e iniciativas das organizações civis que atuam na mitigação dos conflitos entre a sociedade humana e o meio ambiente. Além disso, o caráter objetivo e prático do conceito dos serviços ecosistêmicos o coloca em destaque na esfera dos debates sobre o meio ambiente, economia e sustentabilidade, na medida em que evidencia as relações entre o funcionamento dos ecossistemas e as demandas de subsistência e bem-estar da espécie humana.

Nesse sentido, compreender as relações entre as funções dos ecossistemas e as demandas para a manutenção da sociedade humana tornou-se fundamental, no tocante aos processos de tomada de decisão, planejamento e proposição de políticas públicas visando ao desenvolvimento sustentável (Fisher et al., 2007). Desse modo, o conceito de serviços ecosistêmicos torna-se relevante na medida em que agrega à discussão maior clareza e consenso, tanto nos meios acadêmico-científicos como nos político-decisórios.

No âmbito científico, diversos trabalhos vêm estabelecendo as relações entre os processos naturais e a sociedade humana, enfatizando a dependência dos sistemas econômicos vigentes ao capital natural, que é definido como o estoque natural que gera um fluxo de bens e serviços úteis para a sociedade humana (De Groot, 1987; Costanza; Daily, 1992; Jansson et al., 1994). Nesse contexto, diversos autores vêm propondo conceitos próprios a respeito dos serviços ecosistêmicos ou ambientais, dentre os quais, os de maior destaque encontram-se transcritos a seguir, a partir de Santos (2014):

- Daily (1997): “Serviços ecossistêmicos são condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantêm a vida humana”.
- Costanza et al. (1997): “Serviços ecossistêmicos são os benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas”.
- Odum e Odum (2000): “A natureza contribui para a economia através dos serviços ecossistêmicos. Em função de limites termodinâmicos, a valoração desses serviços deve estar associada à quantidade de energia requerida para produzir um bem de consumo ou serviço, e não ao valor ou preço que as pessoas desejam, por questões subjetivas, pagar”.
- De Groot et al. (2002): “Funções ecossistêmicas podem ser compreendidas como a capacidade do ecossistema para fornecer bens e serviços que satisfaçam, direta ou indiretamente, as necessidades humanas e são, portanto, valorizados pelos seres humanos”.
- Millennium Ecosystem Assessment (2003): “Serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas”.
- Daily e Farley (2004): “Serviços ecossistêmicos são produtos de funções ecológicas ou processos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano, ou têm potencial para fazê-lo no futuro... Representam os processos ecológicos e os recursos expressos em termos de bens e serviços que fornecem”.
- Boyd e Banzhaf (2007): “Serviços ecossistêmicos não são os benefícios, são componentes da natureza, diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano”.
- Fisher et al. (2007): “Serviços ecossistêmicos são os aspectos dos ecossistemas utilizados, ativa ou passivamente, para produzir bem-estar humano”.
- FAO (2007): “Serviços ambientais se referem a um subconjunto específico de serviços ecossistêmicos, caracterizados como externalidades positivas”.
- Sukhdev (2008) e Sukhdev et al. (2010): “Serviços ecossistêmicos são as contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano”.
- Farley (2012): “Serviços ecossistêmicos são componentes do ecossistema que podem ser consumidos ou utilizados para produzir bem-estar humano”.
- Muradian et al. (2010): “Serviços ambientais são os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas”.

- Watanabe e Ortega (2011): “Os serviços ecossistêmicos estão ligados aos ciclos do carbono, da água e do nitrogênio, e sua adequada valoração é fundamental para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e para a adaptação à mudança do clima, considerando-se a regulação climática do planeta associada ao equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos globais”.

Como evidenciado, embora tenha havido diversas propostas conceituais, não há até o momento um consenso definitivo em torno de um significado explícito e consistente para o termo serviços ecossistêmicos (De Groot et al., 2002; Fisher et al., 2007). Nesse sentido, percebe-se, por meio da análise das definições conceituais apresentadas, que, embora haja certa centralidade na ideia geral sobre os serviços ecossistêmicos, algumas importantes diferenças podem ser destacadas.

Em Costanza et al. (1997), De Groot et al. (2002) e Daily e Farley (2004), a ênfase é dada à ideia de que os serviços ecossistêmicos constituem bens e serviços derivados explicitamente de funções ecossistêmicas capazes de serem utilizados em benefício da humanidade. Em Daily (1997), os serviços ecossistêmicos são equiparados às condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais, deixando apenas de modo implícito a ideia de funções ecossistêmicas associadas. Por sua vez, a definição apresentada pelo Millennium Ecosystem Assessment (2003) se utiliza de uma lógica mais simplista e direta estabelecendo que os serviços ecossistêmicos consistem nos benefícios providos de uma forma geral pelos ecossistemas. A definição fornecida pelos relatórios do *Ecological and Economic Foundations* (Sukhdev, 2008; Kumar, 2010) também segue essa lógica de atribuir aos serviços ecossistêmicos a ideia de contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano. Em contradição a essas últimas concepções, as abordagens conceituais de Boyd e Banzhaf (2007), Fisher et al. (2007) e Farley (2012) argumentam que os serviços ecossistêmicos não são benefícios de forma geral e sim componentes da natureza, diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano.

Diversos autores fazem referência indistinta aos termos serviços ambientais e serviços ecossistêmicos como sendo benefícios, direta ou indiretamente, advindos das funções dos ecossistemas (Costanza et al., 1997; De Groot et al., 2002; Daily; Farley, 2004; Nicholson et al., 2009). Díaz et al. (2006) mencionam que os serviços ambientais são os benefícios obtidos dos ecossistemas, que tornam a vida humana possível. Essa concepção se assemelha às encontradas para os serviços ecossistêmicos em Costanza et al. (1997), Daily (1997), Millennium Ecosystem Assessment (2005),

dentre outros. De acordo com Prado (2014), os conceitos assemelhados serviços ambientais e serviços ecossistêmicos são, como atestam diversos trabalhos, tratados na maioria das vezes como sinônimos. O termo serviços ambientais tem sido mais utilizado pela sociedade em geral na América Latina e, especificamente, no Brasil. Por exemplo, nos meios que tratam das ações e políticas de compensação ambiental, é comum o uso da expressão pagamento por serviços ambientais (PSA), e não por serviços ecossistêmicos. Contudo, nos meios acadêmicos e científicos, seguindo a tendência internacional, o termo serviços ecossistêmicos figura com maior destaque.

### O que são as funções ecossistêmicas?

Do ponto de vista científico, as funções ecossistêmicas podem ser definidas como processos interativos entre os elementos estruturais, bióticos e abióticos, de um dado ecossistema, capazes de gerar serviços explicitamente definidos (Daily; Farley, 2004). Sob uma ótica termodinâmica, pode-se considerar que as funções ecossistêmicas se resumem em fluxos de matéria e energia que regulam e fazem funcionar os ecossistemas naturais. Tais fluxos de matéria e energia, segundo Andrade e Romeiro (2009), quando combinados com os demais tipos de capital (financeiro, mão de obra, etc.), produzem bens e serviços para o bem-estar humano. Como exemplos dessas funções ecossistêmicas, pode-se citar: a transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gases atmosféricos, regulação climática, ciclo hidrológico, entre várias outras funções (Costanza et al., 1997; De Groot et al., 2002; Millennium Ecosystem Assessment, 2003; Daily; Farley, 2004).

De Groot et al. (2002) apresentam uma tipologia de classificação das funções ecossistêmicas, dividindo-as em quatro categorias: *funções de regulação*; *funções de produção*; *funções de habitat* e *funções de informação*, que, na sequência, serão abordadas separadamente.

#### Funções de regulação

As *funções de regulação* relacionam-se com a capacidade de autorregulação dos processos ecológicos essenciais ao funcionamento dos ecossistemas naturais ou antropizados. Mantêm, portanto, os ciclos biogeoquímicos e os processos físico-atmosféricos e climatológicos, de modo a garantir as condições biosféricas apropriadas para a reprodução e manutenção da vida em escala planetária.

### Funções de produção

As funções de produção dizem respeito à capacidade de produção biológica dos ecossistemas terrestres e aquáticos que se baseiam na produção primária e sucessiva conversão secundária por ação, respectivamente, dos organismos autotróficos e heterotróficos.

### Funções de habitat

As funções de habitat, segundo postulado por De Groot et al. (2002), se referem à própria estrutura dos ecossistemas naturais e, em menor medida, dos agroecossistemas, que proporcionam habitat de refúgio e reprodução para fauna e flora selvagens e, assim, contribuem para a conservação *in situ* da diversidade biológica, genética e sucessão ecológica, garantindo os processos evolutivos.

### Funções de informação

As funções de informação não são funções objetivas, físico-bióticas, em estrito senso, mas podem ser consideradas funções ecológicas na medida em que se considera o ser humano como parte intrínseca dos ecossistemas terrestres. O pressuposto repousa na convicção de que, apesar da vida artificializada, os seres humanos guardam uma memória genética de milhares de anos vivendo em contato íntimo com a natureza. Dessa forma, as funções de informação dos ecossistemas naturais ou seminaturais desempenham um papel relevante para as sociedades humanas, fornecendo oportunidade de experiências subjetivas cujos benefícios são o enriquecimento espiritual, o desenvolvimento cognitivo, a recreação, a inspiração cultural, estética e artística, além do fornecimento de informação histórica, cultural e científica (De Groot et al., 2002).

### Quais são as relações entre as funções e os serviços ecossistêmicos?

O conceito de funções ecossistêmicas torna-se relevante na medida em que elas provêm dos serviços ecossistêmicos. Assim, incorporando a noção de utilidade antropocêntrica, os serviços ecossistêmicos podem ser considerados funções específicas desempenhadas pelos ecossistemas que trazem benefícios explícitos na forma de bens e serviços para os seres humanos (Hueting et al., 1998; Andrade; Romeiro, 2009). Contudo, Prado (2014) destaca que as funções ecossistêmicas existem independentemente de seu uso, demanda ou valorização social, transformando-se em serviços ecossistêmicos somente quando beneficiam os seres humanos.

Uma função ecossistêmica pode gerar um determinado serviço ecossistêmico; no entanto, funções e serviços ecossistêmicos não apresentam necessariamente uma relação biunívoca, ou seja, quando uma determinada função corresponde a um único serviço. Assim, um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, e, reciprocamente, uma única função pode gerar mais do que um serviço ecossistêmico (Costanza et al., 1997; De Groot et al., 2002; Andrade; Romeiro, 2009).

Andrade e Romeiro (2009) enfatizam a complexidade analítica para se estabelecerem as relações entre os serviços e as funções ecossistêmicas. Visto que, devido à interdependência destas, faz-se necessário compreender as interconexões existentes entre os componentes do ecossistema antes que se possa realizar a correta análise dos serviços prestados.

Além disso, as funções e os serviços ecossistêmicos se caracterizam por serem processos dinâmicos e espacialmente heterogêneos. Portanto, são dependentes da escala de observação. Com essa noção, Fisher et al. (2007) salientam que a dinâmica espaço-temporal é uma característica que deve ser levada em conta na compreensão, análise e definição dos serviços ecossistêmicos. Com efeito, Fisher et al. (2007) mencionam particularidades dos serviços ecossistêmicos, explicitando que alguns processos ecossistêmicos oferecem serviços que são utilizados *in situ*, enquanto outros se caracterizam pela descontinuidade espaço-temporal entre a geração das funções e a utilização dos serviços relacionados. Como exemplo do primeiro caso, os autores citam que os processos pedogenéticos geram funções de manutenção da produtividade nas terras aráveis (serviços de suporte) e que, por seu turno, propiciam serviços de provisão que podem ser usados no mesmo local (agricultura). Exemplo ao contrário, a regulação das vazões de uma bacia hidrográfica por meio da cobertura vegetal pode se dar a montante do ponto de utilização do serviço de provisão hídrica alocado mais a jusante, ou seja, separado temporal e espacialmente.

Quais são os tipos de serviços ecossistêmicos?

De acordo com o Millennium Ecosystem Assessment (2003), os serviços ecossistêmicos são classificados da seguinte forma: *serviços de provisão ou serviços de abastecimento; serviços de regulação; serviços de suporte e serviços culturais.*

### Serviços de provisão

Os serviços de provisão ou de abastecimento se relacionam com a capacidade dos ecossistemas em fornecer produtos materiais para a manutenção das populações humanas. De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) os serviços de provisão dizem respeito à capacidade produtiva dos ecossistemas naturais ou seminaturais (agroecossistemas) em fornecer produtos tais como: alimentos, fibras e materiais biocombustíveis, além de produtos aromáticos, fármacos e medicinais. Apreende-se, desse modo, que os serviços de provisão de origem biótica são renováveis e fundamentam-se na capacidade de produção biológica, primária e secundária, dos ecossistemas.

Por sua vez, os recursos minerais, como os minérios, os combustíveis fósseis e a oferta de água, são considerados serviços de provisão ou de abastecimento de origem abiótica. São serviços ecossistêmicos que se baseiam na capacidade de provisão relacionada com os estoques de materiais de origem mineral encontrados na crosta terrestre.

A água destaca-se como um produto essencial à vida e insumo para todas as atividades econômicas. De modo diferente dos demais recursos minerais, a produção e a disponibilidade da água constituem um serviço intrinsecamente dependente das funções de regulação e estabilidade dos ciclos hidrológicos. Como recurso abiótico e renovável, a oferta d'água constitui um serviço ecossistêmico altamente vulnerável aos impactos decorrentes do uso inadequado dos solos e dos corpos hídricos.

### Serviços de regulação

Os serviços de regulação advêm das funções ecossistêmicas de regulação, intrinsecamente relacionadas com os diversos processos ecológicos que ocorrem na biosfera terrestre. As funções de regulação ocorrem por meio da interação de fatores bióticos e abióticos que mantêm a capacidade de autorregulação dos ecossistemas em suporte à vida na Terra. Como exemplos desses processos, pode-se citar: a transformação da energia da radiação solar em biomassa (produtividade primária); o armazenamento e transferência de minerais e energia na cadeia trófica (produtividade secundária); os ciclos biogeoquímicos (reciclagem de nutrientes e mineralização de matéria orgânica); a regulação climática, o ciclo hidroclimático e hidrológico, entre outros (De Groot et al., 2002).

## Serviços de suporte

Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) os *serviços de suporte* são caracterizados como condições ecológicas, estruturais e funcionais que dão suporte para que outras funções ecossistêmicas e serviços derivados possam ocorrer. Nessa categoria, agregam-se processos, funções ou serviços que de certa forma se sobrepõem com as demais categorias de serviços ecossistêmicos da tipologia proposta pelo Millennium Ecosystem Assessment (2003); contudo, diferenciam-se das demais na medida em que seus impactos são indiretos ou ocorrem em longo termo (Prado, 2014).

Entre os exemplos mais citados de serviços de suporte, figuram a produção de oxigênio atmosférico fotossintetizado e a ciclagem biótica de nutrientes. Os processos pedogenéticos de formação de solos e a capacidade de retenção de nutrientes e água que esses sistemas oferecem também podem ser considerados como serviços de suporte. Os benefícios na forma de serviços estão relacionados com a manutenção da fertilidade dos solos que possibilita a prestação de serviços de provisão de gêneros alimentícios e matérias-primas. Destaca-se, ainda, que os recursos genéticos e a biodiversidade constituem serviços de suporte de origem biótica.

## Serviços culturais

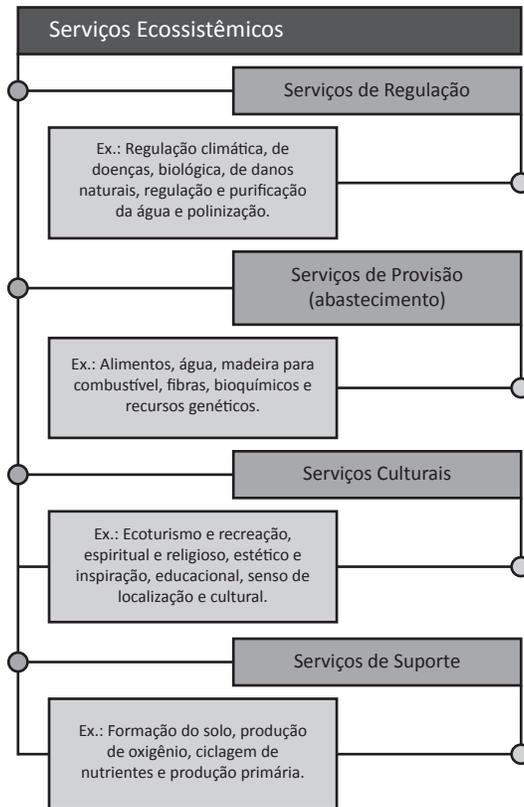
Os serviços culturais são derivados das funções de informação que dizem respeito à capacidade dos ecossistemas naturais ou seminaturais de contribuir para a manutenção do bem-estar psicológico do ser humano, conferindo-lhe a oportunidade de experiências subjetivas relacionadas à cognição, reflexão, espiritualidade, recreação e experiência estética.

Constitui uma categoria de serviços que se diferencia das demais pelo seu caráter subjetivo e, na medida em que são intrinsecamente ligadas aos valores humanos, podem variar conforme o contexto sociocultural vigente. Como salientam Andrade e Romeiro (2009), a percepção e a valoração desses serviços podem não ser as mesmas entre populações díspares, visto que dependem dos padrões culturais, valores e paradigmas que moldam as diferentes culturas humanas.

Andrade e Romeiro (2009) incluem nessa categoria de serviços o potencial intrínseco dos ecossistemas naturais ou antropizados em fornecer oportunidade para o desenvolvimento do ecoturismo ou agroturismo, da recreação, da inspiração estética, cultural e artística (paisagens culturais), além de informações históricas,

culturais e científicas que podem ser adquiridas por meio de experiências de imersão nesses ambientes. Esses autores ainda acrescentam que tais características dificultam não somente a definição conceitual como também a valoração desses serviços.

A Figura 1 apresenta um diagrama com as diferentes categorias de serviços ecossistêmicos.



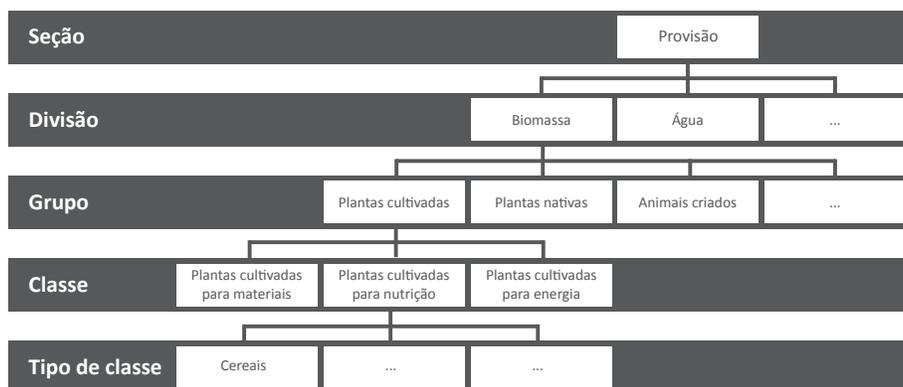
**Figura 1.** Diagrama ilustrativo das diferentes categorias de serviços ecossistêmicos.

Fonte: Adaptado de Millennium Ecosystem Assessment (2003).

Além do sistema de classificação proposto pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003), cabe mencionar que, a partir dos trabalhos sobre contabilidade ambiental realizados pela Agência Ambiental Europeia

(EEA), desde 2009, vem sendo elaborado um sistema de classificação internacional para os SE, chamado Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES), que está atualmente em sua versão 5.1 (Haines-Young; Potschin, 2018). Essa iniciativa, em contribuição direta com a revisão do Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental (SEEA) da Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD), objetivou estabelecer um sistema de classificação de SE que fosse internacionalmente padronizado. A ideia de se estabelecer uma classificação internacional se deve à necessidade de se padronizar a descrição dos SE de modo a possibilitar o estabelecimento de métodos de contabilidade ambiental, de mapeamento e de avaliação de SE que possam ser reproduzíveis e comparáveis. A classificação CICES tomou como ponto de partida a tipologia sugerida pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) da qual, com a exceção da categoria serviços de suporte, considerou, em seus níveis mais elevados, as outras três categorias de serviços: provisão, regulação e cultural. A categoria serviços de suporte foi excluída deliberadamente, pois, sendo um serviço intermediário, as relações entre o ecossistema e a contabilidade ambiental, nesse caso, não são explícitas. Sendo assim, o CICES, adotando uma visão pragmática, optou por dar ênfase às saídas finais dos processos que efetivamente beneficiam e têm valor direto e explícito para as pessoas (Haines-Young; Potschin, 2018). Contudo, como os próprios autores advertem, os serviços intermediários e de suporte não devem ser ignorados ou negligenciados.

Abaixo desse nível, chamado de seções, a metodologia propõe uma hierarquia de classes como: divisões, grupos e classes. A estrutura hierárquica de CICES foi proposta como uma maneira de lidar com alguns dos desafios que possam surgir em relação às diferentes temáticas e escalas espaciais utilizadas em aplicações diversas. Para efeitos de comparação, as classes categóricas podem ser agregadas ou generalizadas. Assim, a estrutura hierárquica de classificação permite aos usuários tanto descer para o nível mais adequado de detalhamento conforme sua aplicação quanto agrupar ou combinar resultados fazendo comparações mais amplas ou generalizadas. No sistema CICES, as sucessivas classes (seção, divisão, grupo e classe) permitem, progressivamente, uma descrição mais específica e detalhada de cada SE. Sendo assim, pode abrigar muitos tipos de serviços dentro das categorias mais amplas. Ademais, a estrutura hierárquica foi proposta para acomodar as diferentes aplicações temáticas e sistemas de contabilidade ambiental considerando as diferentes escalas espaciais (Haines-Young; Potschin, 2018). A Figura 2 apresenta um exemplo do sistema CICES.



**Figura 2.** Ilustração da estrutura hierárquica de CICES v 5.1, destacando um exemplo de provisão de alimentos (cereais).

Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

Finalmente, o sistema de classificação do CICES foi estabelecido para facilitar a integração entre os processos ecológicos, os serviços derivados e a valoração destes. Dessa forma, constitui-se em um sistema de classificação útil para os processos de tomada de decisão e proposição de políticas públicas (Haines-Young; Potschin, 2018).

Dentre as várias proposições conceituais, merece atenção, também, o conceito de contribuições da natureza para as pessoas (CNP). Essa nova proposta conceitual não constitui, no entanto, uma mudança radical do entendimento dos Serviços Ecológicos do modo como é tratado no Millennium Ecosystem Assessment (2005). É, na verdade, uma decorrência da evolução e amadurecimento do pensamento científico interdisciplinar, calcado, principalmente, na crescente contribuição da Antropologia e das Ciências Sociais nesse debate.

### Desserviços ecológicos, conflitos (*trade-offs*) e sinergia entre os serviços ecológicos

Outros conceitos importantes que permeiam o debate sobre serviços ecológicos e que não se pode deixar de mencionar são o que tem sido chamado de: *desserviços ecológicos*, os conflitos (*trade-offs*) e as *sinergias*.

O conceito de *desserviços ecológicos* estabelece uma contraposição aos serviços ecológicos, enquanto estes estabelecem a noção de processos benéficos, os primeiros indicam a ocorrência de processos prejudiciais, danosos ou nocivos. Apesar de ser uma divisão conceitual um tanto quanto reducionista e antropocêntrica, do

ponto de vista prático, elucida com clareza as inter-relações de causa e efeito entre os processos naturais e as ações antrópicas sobre o meio ambiente. Desse modo, de acordo com Power (2010), tanto os impactos negativos da atividade agrícola sobre os processos ecossistêmicos como os efeitos desses impactos nos sistemas de produção são considerados desserviços ecossistêmicos. Assim, os processos que depreciam a produção agrícola podem ser considerados desserviços da natureza para a agricultura, como, por exemplo, a concorrência por luz, água e nutrientes por parte das ervas invasoras, os danos causados pelas pragas e fitomoléstias, parasitismo em animais domésticos, eventos climáticos e meteorológicos adversos, etc. (Zhang et al., 2007). Por outro lado, as práticas agrícolas também causam desserviços na medida em que impactam diversos processos ecológicos, como, por exemplo, a contaminação ambiental pelo uso indiscriminado de pesticidas e a perda da biodiversidade causada pela supressão da vegetação nativa para a implantação de sistemas de produção, entre vários outros processos.

Outra perspectiva conceitual bastante utilizada para se avaliar o grau de harmonia e interação entre os diferentes serviços ecossistêmicos de uma dada situação ambiental consiste na determinação dos conflitos (*trade-offs*) e sinergias que ocorrem entre eles. Ou seja, ocorrem conflitos quando a prestação de um determinado serviço concorre para o comprometimento ou redução da prestação de outros serviços ecossistêmicos importantes para outros setores ou a sociedade em geral. Por exemplo, o aumento da produção de alimentos (serviço de provisão de alimentos), envolve geralmente o decréscimo da cobertura florestal e a intensificação do uso da água, fertilizantes e pesticidas que podem levar à redução da qualidade e quantidade de água (serviço de provisão de água), conflitando com diversos outros usos dos recursos hídricos (Andrade; Romeiro, 2009). Estabelecem-se, assim, conflitos entre os vários beneficiários dos serviços ecossistêmicos e/ou usuários dos recursos naturais. Por outro lado, pode ocorrer também sinergia entre os diferentes serviços ecossistêmicos. Tomando o mesmo exemplo, caso o dado sistema de produção fosse conduzido de acordo com os preceitos de conservação da água e solo, por meio de práticas de controle da erosão, favorecimento da infiltração da água no solo, proteção das nascentes e recarga dos aquíferos, teríamos um caso de sinergia entre a prestação de serviços, visto que a própria atividade produtiva que estaria prestando o serviço de provisão de alimentos também estaria prestando o serviço de provisão de água limpa, beneficiando diversos outros usuários.

Consoantes a essa abordagem conceitual, existem na literatura diversos métodos disponíveis de avaliação dos serviços ecosistêmicos a partir do cotejo entre os *conflitos* e as *sinergias* (Power, 2010; Turkelboom, 2016). Esse tipo de abordagem tem demonstrado ser bastante prático e útil para subsidiar o direcionamento de políticas públicas e/ou os processos de tomada de decisão de gestão ambiental.

### Multifuncionalidade e pacotes de serviços ecosistêmicos (*Bundles*)

A *multifuncionalidade* pode ser definida, segundo Berry et al. (2016), como a propriedade intrínseca dos ecossistemas em executar, simultaneamente, múltiplas funções, que podem gerar um único e específico serviço ou um conjunto de serviços ecosistêmicos (*Bundles*). Por sua vez, de acordo com Raudsepp-Hearne et al. (2010) e Berry et al. (2016), *pacotes de serviços (Bundles)* consistem em conjuntos de serviços ecosistêmicos que ocorrem simultaneamente em uma mesma localidade. García-Nieto et al. (2013) estendem a ideia para as relações entre a oferta e a demanda de pacotes de SE. Destacam os autores que, em um ecossistema ou paisagem, diferentes conjuntos de serviços podem ser exigidos por diferentes grupos de interessados. Por exemplo, em Sierra Nevada (Espanha), Iniesta-Arandia et al. (2014) observaram que diferentes perfis de beneficiários demandam diferentes conjuntos de serviços. Enquanto os agricultores tradicionais da região demandam serviços relacionados à fertilidade do solo, ao controle da erosão e à provisão de água, os turistas destacam a importância dos serviços de purificação do ar, manutenção da biodiversidade e valores estéticos. O primeiro conjunto de SE está mais relacionado aos agroecossistemas, e o segundo, mais relacionado às florestas, embora ambos ocorram na mesma paisagem multifuncional.

### Considerações finais

- Este capítulo apresentou uma breve discussão conceitual sobre o importante tema serviços ecosistêmicos. Dessa maneira, espera-se que o leitor, não afeito ao tema, possa ter uma visão geral sobre o que são os serviços ecosistêmicos, quais são as principais relações entre as funções e os serviços e quais são os diferentes tipos de serviços ecosistêmicos, hoje aceitos pela maioria das organizações internacionais e estudiosos no assunto.
- Cabe enfatizar, no entanto, que tal discussão conceitual, evidentemente, não se esgota em poucas linhas, devido às diversas abordagens, abrangência e profundidade em que se pode tratar a temática em destaque. Para aqueles que desejam se aprofundar no tema, sugere-se, dentre outras, a leitura das referências apresentadas na sequência.

- Contudo, o objetivo precípua do presente documento, na modalidade de um *marco referencial*, foi situar o leitor sobre o tema dos serviços ecossistêmicos e explicitar os principais posicionamentos conceituais sob os quais, no cumprimento da sua missão, a Embrapa baliza a sua atuação na temática apresentada.
- Assim, considerando os consensos internacionais, o valor prático e a pertinência conceitual, no contexto do *Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos*, adotam-se as seguintes premissas:
- Por tratar-se de uma designação de caráter científico adotado internacionalmente, optou-se por dar prevalência ao termo Serviços Ecossistêmicos, considerando, como sinônimo, o termo Serviços Ambientais.
- Por sentido prático e coerência conceitual, adota-se as seguintes categorias de serviços ecossistêmicos: de provisão, regulação, suporte e culturais, conforme proposto pelo Millennium Ecosystem Assessment (2003).
- E propõe-se a seguinte conceitualização: serviços ecossistêmicos são benefícios advindos de processos naturais dos ecossistemas, que por meio de funções ecossistêmicas geram, direta ou indiretamente, bens, serviços e produtos que beneficiam a sociedade humana. Compreendem, ainda, aspectos de caráter subjetivo relacionados ao bem-estar psicológico e espiritual. Podem ser potencializados pelo uso e manejo adequado dos recursos naturais, constituindo-se em capital natural para a sustentabilidade das atividades antrópicas.

## Referências

- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão**, n. 155, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.avesmarinhas.com.br/Servi%C3%A7os%20ecossist%C3%Aamicos%20e%20sua%20import%C3%A2ncia%20econ%C3%B4mica.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- BERRY, P.; TURKELBOOM, F.; VERHEYDEN, W.; MARTÍN-LÓPEZ, B. Ecosystem services bundles. In: POTSCHIN, M.; JAX, K. (Ed.). **OpenNESS Ecosystem Services Reference Book**. 2016. Disponível em: <[http://www.openness-project.eu/sites/default/files/SP\\_Ecosystem-service-bundles.pdf](http://www.openness-project.eu/sites/default/files/SP_Ecosystem-service-bundles.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2019.
- BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 63, n. 2/3, p. 616-626, Aug. 2007. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.01.002.
- COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. **Conservation Biology**, v. 6, n. 1, p. 37-46, 1992. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x.
- 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. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, May 1997. DOI: 10.1038/387253a0.

- DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997. 412 p.
- DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics**: principles and practice. Washington, DC: Island Press, 2004. 454 p.
- DE GROOT, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, v. 7, n. 2, p. 105-109, Jun. 1987. DOI: 10.1007/BF02240292.
- 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**, v. 41, n. 3, p. 393-408, Jun. 2002. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00089-7.
- DÍAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN III, F. S.; TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLoS Biology**, v. 4, n. 8, article e277, Aug. 2006. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040277.
- FAO. **The state of food and agriculture**: paying farmers for environmental services. Rome, 2007. 222 p. (FAO agriculture series, n. 38). Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-a1200e.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- FARLEY, J. Ecosystem services: the economics debate. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 40-49, Jul. 2012. DOI: 10.1016/j.ecoser.2012.07.002.
- FISHER, B.; COSTANZA, R.; TURNER, R. K.; MORLING, P. **Defining and classifying ecosystem services for decision making**. Norwich: University of East Anglia, The Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, 2007. (CSERGE Working Paper EDM, n. 07-04). Disponível em: <<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/80264/1/571829937.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.
- GARCÍA-NIETO, A. P.; GARCÍA-LLORENTE, M.; INIESTA-ARANDIA, I.; MARTÍN-LÓPEZ, B. Mapping forest ecosystem services: from providing units to beneficiaries. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 126-138, Jun. 2013. DOI: 10.1016/j.ecoser.2013.03.003.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. B. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1**: guidance on the application of the revised structure. Nottingham: Fabis Consulting, 2017. Disponível em: <[https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lg23\\_cices\\_v5.1\\_final\\_revised\\_guidance\\_03-10-2017.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/lg23_cices_v5.1_final_revised_guidance_03-10-2017.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2019.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. B. Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): a policy brief. **One Ecosystem 3**, article e27108, 2018. DOI: 10.3897/oneeco.3.e27108.
- HUETING, R.; REIJNDERS, L.; DE BOER, B.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 31-35, Apr. 1998. DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00011-1.
- INIESTA-ARANDIA, I.; GARCÍA-LLORENTE, M.; AGUILERA, P. A.; MONTES, C.; MARTÍN-LÓPEZ, B. Socio-cultural valuation of ecosystem services: uncovering the links between values, drivers of change and human well-being. **Ecological Economics**, v. 108, p. 36-48, Dec. 2014. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.09.028.

JANSSON, A. M.; HAMMER, M.; FOLKE, C.; COSTANZA, R. (Ed.). **Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability**. Washington, DC: Island Press, 1994. 520 p.

KUMAR, P. (Ed.). **The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations**. London: Earthscan, 2010. 410 p. DOI: 10.4324/9781849775489.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf)>. Acesso em 27 maio 2019.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acesso em 27 maio 2019.

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**, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, Apr. 2010. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.11.006.

NICHOLSON, E.; MACE, G. M.; ARMSWORTH, P. R.; ATKINSON, G.; BUCKLE, S.; CLEMENTS, T.; EWERS, R. M.; FA, J. E.; GARDNER, T. A.; GIBBONS, J.; GRENYER, R.; METCALFE, R.; MOURATO, S.; MUÛLS, M.; OSBORN, D.; REUMAN, D. C.; WATSON, C.; MILNER-GULLAND, E. J. Priority research areas for ecosystem services in a changing world. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, n. 6, p. 1139-1144, Dec. 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01716.x.

ODUM, H. T.; ODUM, E. P. The energetic basis for valuation of ecosystem services. **Ecosystems**, v. 3, n. 1, p. 21-23, Jan./Feb. 2000. DOI: 10.1007/s100210000005.

PADGURSCHI, M.; PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos & contribuições da natureza para as pessoas. In: **DIAGNÓSTICO brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. 2018. No prelo.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, Sept. 2010. DOI: 10.1098/rstb.2010.0143.

PRADO R. B. Serviços ecossistêmicos e ambientais na agricultura. In: PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (Ed.). **Gestão ambiental na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 11, p. 413-456. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129800/1/Servicos-sistemicos-cap-11.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.

RAUDSEPP-HEARNE, C.; PETERSON, G. D.; BENNETT, E. M. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 11, p. 5242-5247, Mar. 2010. DOI: 10.1073/pnas.0907284107.

SANTOS, R. F. **O contexto histórico da definição conceitual de serviços ecossistêmicos**. São Paulo: FAPESP, 2014. Disponível em: <[http://www.fapesp.br/eventos/2014/02/biota/Rozely\\_Ferreira.pdf](http://www.fapesp.br/eventos/2014/02/biota/Rozely_Ferreira.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2018.

SUKHDEV, P. (Ed.). **The economics of ecosystem and biodiversity**: an interim report. Cambridge: Banson, 2008. Disponível em: <[http://www.teebweb.org/media/2008/05/TEEB-Interim-Report\\_English.pdf](http://www.teebweb.org/media/2008/05/TEEB-Interim-Report_English.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2019.

SUKHDEV, P.; WITTMER, H.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C.; NESSHÖVER, C.; BISHOP, J.; BRINK, P. ten; GUNDIMEDA, H.; KUMAR, P.; SIMMONS, B. **Mainstreaming the economics of nature**: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. London: Earthscan, 2010. Disponível em: <<http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. **Ecology Letters**, v. 8, n. 8, p. 857-874, Aug. 2005. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

TURKELBOOM, F.; THOONEN, M.; JACOBS, S.; GARCÍA-LLORENTE, M.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; BERRY, P. Ecosystem service trade-offs and synergies. In: POTSCHIN, M.; JAX, K. (Ed.). **OpenNESS Ecosystem Services Reference Book**. 2016. Disponível em: <<http://www.openness-project.eu/sites/default/files/SP-Trade-offs-and-synergies.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2019.

WATANABE, M. D. B.; ORTEGA, E. Ecosystem services and biogeochemical cycles on a global scale: valuation of water, carbon and nitrogen processes. **Environmental Science & Policy**, v. 14, n. 6, p. 594-604, Oct. 2011. DOI: 10.1016/j.envsci.2011.05.013.