

Capítulo 11



**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
E AMBIENTAIS NA
AGROPECUÁRIA**

Rachel Bardy Prado

INTRODUÇÃO

A demanda humana pelos serviços ecossistêmicos e ambientais (água, alimentos, fibras, energia e outros) vem crescendo rapidamente, ultrapassando em muitos casos a capacidade dos ecossistemas de fornecê-los. Dessa forma, é necessário não apenas o esforço de compreensão da dinâmica dos ecossistemas, mas também é de fundamental importância entender quais são os mecanismos de interação entre os fatores de mudança dos ecossistemas e sua capacidade de geração dos serviços ecossistêmicos e ambientais, bem como seus impactos adversos sobre o bem-estar humano.

As pressões antrópicas sobre os serviços ecossistêmicos e ambientais estão relacionadas, muitas vezes, à dinâmica de uso e cobertura da terra, às alterações nos ciclos biogeoquímicos, à destruição e fragmentação dos ambientes, à introdução de novas espécies e às interferências das atividades humanas no clima (SALA et al., 2000). Segundo estudo realizado por McNeill e McNeill (2003) em 2002, a perda da abundância média da biodiversidade original do planeta estava em torno de 73%. Estima-se uma perda de ainda mais 11% até 2050, totalizando 84%. Acredita-se que a conversão de áreas naturais para terras agrícolas, a expansão contínua da infraestrutura e os efeitos crescentes das mudanças climáticas devam ser os principais fatores contribuintes para essa perda de biodiversidade. Em relação ao planeta como um todo, estima-se uma perda de áreas naturais ao longo do período de 2000 a 2050 em torno de 750 milhões de hectares, equivalentes ao tamanho da Austrália. A Figura 1 apresenta a estimativa da perda da abundância média da biodiversidade de 2000 para 2050 e a contribuição de diferentes tipos de pressões.

Projeções indicam que as perdas no provimento de serviços ecossistêmicos e ambientais afetarão certos grupos mais do que outros, com impactos negativos principalmente para as populações mais pobres. Logo, a decisão de proteger os ecossistemas e garantir o provimento de serviços ecossistêmicos e ambientais é também uma escolha ética e de justiça social (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).

Para se propor medidas necessárias à conservação dos ecossistemas, mesmo em meio às atividades antrópicas, com destaque para a agropecuária, é preciso que se faça a identificação e avaliação dos serviços ecossistêmicos e ambientais de uma determinada bacia hidrográfica ou outra unidade de planejamento. Muitas são as metodologias utilizadas mundial e nacionalmente para a realização dessa avaliação e

monitorame
vas visando
comuns ent
comparativa
cos e ambie
A Avaliação
SMENT, 200
um modelo

No B
cente acerc
Mas pesqui
ainda são e
buscando t
tema em q
relação à a
instituições
matos a res
encontram
dade. Muita
regionais se

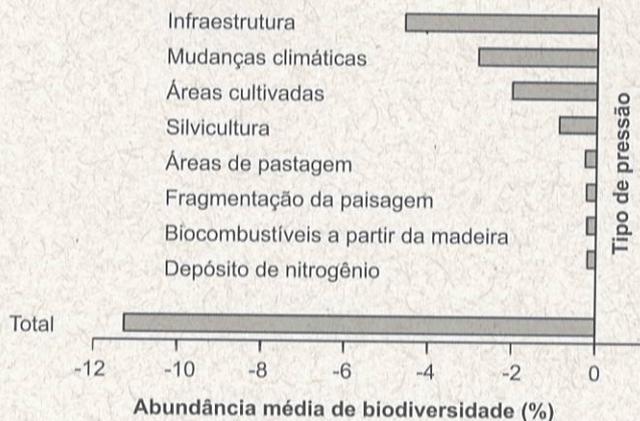


Figura 1. Estimativa da perda da abundância média da biodiversidade de 2000 para 2050 e a contribuição de diferentes tipos de pressões.

Fonte: Bakkes e Bosch (2007).

monitoramento. Em nível global e nacional é preciso que haja iniciativas visando a sistematizá-las e padronizá-las, buscando-se indicadores comuns entre diferentes regiões, que permitam a realização de análises comparativas para verificar o grau do provimento de serviços ecossistêmicos e ambientais e sua relação com práticas conservacionistas adotadas. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) foi uma iniciativa mundial inovadora e pioneira, se tornando um modelo e referência para diversos estudos e projetos internacionais.

No Brasil, nas últimas décadas percebe-se uma preocupação crescente acerca dos temas ambientais, nos diversos setores da sociedade. Mas pesquisas utilizando os termos serviços ecossistêmicos e ambientais ainda são escassas e as mais conhecidas são mencionadas neste capítulo, buscando também conceituar os termos mais utilizados relacionados ao tema em questão. No entanto, muitos estudos já foram realizados em relação à avaliação e monitoramento dos recursos naturais por diferentes instituições brasileiras, obtendo-se dados e informações em diversos formatos a respeito dos diferentes biomas brasileiros; todavia, estes não se encontram disponíveis de forma sistematizada e padronizada para a sociedade. Muitas dessas iniciativas relativas a programas e projetos nacionais e regionais serão também apresentadas no presente capítulo.

Sobre a relação entre os serviços ecossistêmicos e ambientais e a gestão agropecuária, pode-se dizer que, em diferentes escalas, a agropecuária vem apresentando sinais de degradação dos ecossistemas e, por conseguinte, da biodiversidade dos principais biomas brasileiros, bem como dos diversos serviços ecossistêmicos e ambientais prestados ao homem. Destaca-se a regulação hídrica, a manutenção da fertilidade dos solos, a polinização e a regulação das condições climáticas, dentre outras. Assim, pesquisas e estudos realizados no Brasil ao longo do tempo, por diversas instituições, têm permitido a geração de conhecimento e tecnologias voltadas ao manejo mais adequado da terra em diversos sistemas de produção agropecuária. Pode-se mencionar o Sistema de Plantio Direto, o Sistema de Integração Pecuária-Lavoura-Floresta, Sistemas Agroecológicos, Agroflorestais e Orgânicos, reaproveitamento de resíduos e geração de novos insumos agrícolas.

Nesse sentido, o manejo sustentável do solo e da água na agricultura é de extrema importância e precisa ser incentivado. Também os produtores rurais devem ser compensados por essas práticas, que exercerão influência positiva na geração e manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais. Com o ordenamento do uso da terra e de outros recursos naturais, em nível de bacia hidrográfica, é possível produzir bens e serviços sem destruir ou afetar irreversivelmente o solo e a água, utilizando como ferramenta o planejamento orientado das atividades e uso do solo (BROOKS et al., 1991).

Sobretudo, o estabelecimento de políticas públicas de incentivo à gestão agropecuária, incorporando práticas conservacionistas, é fator determinante para a sustentabilidade na agropecuária brasileira, permitindo que o Brasil continue a atender às demandas internas e externas, tanto atuais como futuras, pelos serviços ecossistêmicos e ambientais que possui potencial para gerar.

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AMBIENTAIS: UMA VISÃO CONCEITUAL

Segundo Hermann et al. (2011), o conceito de serviços ecossistêmicos remonta ao final dos anos 1960 e 1970, destacando o valor da sociedade sobre as funções da natureza (BORMANN; LIKENS, 1979; DEE et al., 1973; EHRLICH et al., 1977; EHRLICH; EHRLICH, 1970, 1977; HELLIWELL, 1969; KING, 1966). Da mesma forma, nas décadas de 1970,

1980 e 1990, houve um aumento no respeito da natureza (TANZA; FORTIN, 1990).

Costa (2007) afirma que o estoque natural disponível ao homem, acumulado ao longo do tempo, com pequenas exceções, para Góme (2007) é ecológica, e o estoque ou capital ambiental engloba todas as atividades humanas e sua interação com o meio ambiente.

Espe (2007) afirma que o Milênio (MILÊNIO) é a avaliação dos impactos indiretos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

A Avaliação Ambiental pelo então presidente da Comissão (THE ECOLOGICAL FOOTPRINT) que as mudanças climáticas nas bases científicas do uso sustentável das informações para o bem-estar reconhecidas para o desenvolvimento sustentável (publicação da Sala (2007) e a Avaliação Ambiental).

Desenvolvimento sustentável, avaliação dos serviços ecossistêmicos e a relação entre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável (ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES) (2010; WILSON et al., 2005).



1980 e 1990, outros cientistas já chamavam a atenção da sociedade a respeito da dependência econômica em relação ao capital natural (COSTANZA; FOLKE 1997; DAILY, 1997; DE GROOT, 1987; WESTMAN, 1977).

Costanza e Daily (1992) definiram o termo capital natural como o estoque natural que gera um fluxo de bens e serviços úteis ou rentáveis ao homem, ao longo do tempo. Esse conceito tem persistido até o momento, com pequenas variações no âmbito da economia ambiental. Portanto, para Gómez-Baggethun e De Groot (2007), a partir de uma perspectiva ecológica, o capital natural não pode ser concebido apenas como um estoque ou agregação de elementos naturais, mas há de se considerar que engloba todos os processos e interações dos ecossistemas, que determinam sua integridade e equilíbrio ecológico.

Especialmente após o lançamento da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003), que se propôs a avaliar os serviços ecossistêmicos e os benefícios que derivam direta e indiretamente dos ecossistemas, a literatura sobre os serviços dos ecossistemas tem aumentado exponencialmente (FISHER et al., 2009).

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio foi solicitada no ano 2000 pelo então secretário-geral das Nações Unidas, Kofi Annan, e foi conduzida entre 2001 e 2005, envolvendo mais de 1.300 cientistas e 95 países (THE ECONOMICS..., 2010). Teve por objetivo avaliar as consequências que as mudanças nos ecossistemas trazem para o bem-estar humano e as bases científicas das ações necessárias para melhorar a preservação e uso sustentável desses ecossistemas. Esse esforço único de sistematização das informações relativas aos serviços ecossistêmicos e sua contribuição para o bem-estar humano demonstra que a comunidade internacional reconhece a necessidade e a urgência de se tomarem medidas inovadoras para proteger os ecossistemas, conciliando a sua conservação com o desenvolvimento econômico (ANDRADE; ROMEIRO, 2009). Uma das publicações que fazem uma análise crítica desse projeto é a de Montes e Sala (2007).

Desde então, vários autores e projetos têm realizado a classificação, avaliação, quantificação, mapeamento, modelagem e valoração dos serviços ecossistêmicos, a fim de subsidiar a tomada de decisão em relação aos ecossistemas (DE GROOT et al., 2002, 2010; DE GROOT et al., 2006; FISHER et al., 2009; HEAL, 2000; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003, 2005; TURNER et al., 2003; ROUNSEVELL et al., 2010; WILSON; CARPENTER, 1999).

A Figura 2 apresenta a evolução do número de trabalhos científicos publicados mundialmente no tema em questão, de 1960 a 2012. Percebe-se que o termo *Environmental Services* (Serviços Ambientais) vinha sendo mais utilizado até a década de 2000–2010, quando seu uso foi reduzido drasticamente, enquanto o termo *Ecosystem Services* (Serviços Ecosistêmicos) passou a ser dominante, a partir dessa mesma década. Pode-se também observar na Figura 2 que os estudos e discussões acerca desse tema têm se intensificado e sido mais disseminados mundialmente no século 21. Em 2014, foi realizada pesquisa na Embrapa Solos – na Base Scopus, que é mais abrangente –, e observou-se o aumento de 100 para 1.600 nas publicações realizadas a respeito desse tema, no período de 2004 e 2013, respectivamente. Os países que mais publicam são: Estados Unidos, Inglaterra e China, estando o Brasil na 16ª posição. Contudo, ressalta-se a importância de se investir tempo e recursos para que a pesquisa nesse tema possa avançar neste País.

O conceito de Serviços Ambientais é tratado muitas vezes como sinônimo de Serviços Ecosistêmicos ou de forma similar, como é o caso de World Wildlife Fund (2010) e Scherr et al. (2006). Segundo Veiga Neto (2008), Daily (1997) foi um dos primeiros autores a abordar o conceito de Serviços

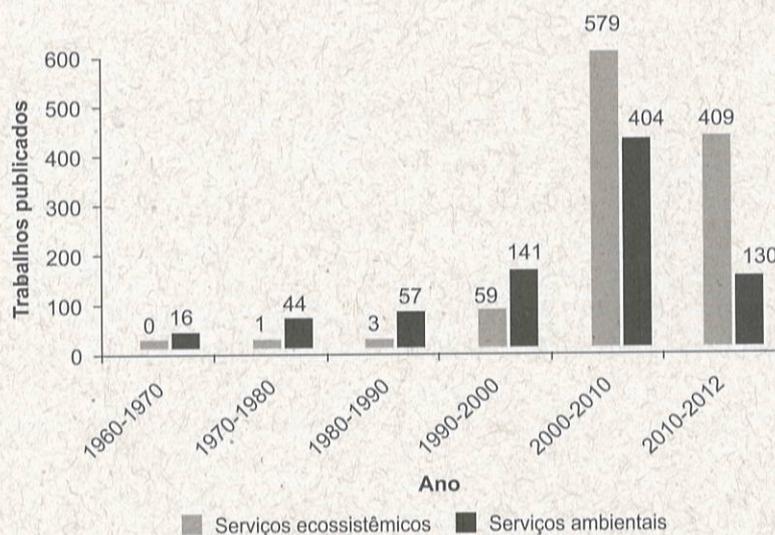


Figura 2. Evolução do número de trabalhos científicos publicados mundialmente no tema em questão de 1960 a 2012.

Fonte: Institute for Scientific Information (2012).

Ecosistêmicos espécies que c para a perman é similar à do / ecossistêmicos mas”, e vem se (NICHOLSON como “os ber das funções d et al. (2006) n as pessoas ob

Por out pouco diferer pela FAO (20 para um sub externalidade nalidades sãc levados em c negativa se g se lhe gera ur degradação c ambientais, se dos serviços serviços amb dade de nova

Na lite décadas, tem Contudo, na Ambientais te sistemas de por Serviços pelo fato de de boas prá sistêmicos te forma, optou ecossistêmico ambos (para agropecuária texto, em qu

Ecossistêmicos como “os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra”. A definição de Daily (1997) é similar à do Millennium Ecosystem Assessment (2003), em que os serviços ecossistêmicos são “os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas”, e vem sendo utilizada na literatura em geral, com pequenas variações (NICHOLSON et al., 2009). Costanza e Folke (1997) também os definem como “os benefícios que as populações obtêm, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas”, que serão definidas a seguir. E ainda, Díaz et al. (2006) mencionam que “os serviços ambientais são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, que tornam a vida humana possível”.

Por outro lado, alguns autores tratam ambos os termos de forma um pouco diferenciada. No relatório *State of Food and Agriculture* publicado pela FAO (2007), utiliza-se o termo Serviços Ambientais especificamente para um subconjunto de serviços ecossistêmicos, caracterizados como externalidades positivas. De acordo com Pagiola et al. (2005), as externalidades são os custos ou benefícios gerados a terceiros e que não são levados em conta nos preços de mercado. A externalidade é considerada negativa se gera custos ou danos à humanidade e é considerada positiva se lhe gera um benefício. Sob a perspectiva econômica, a maior causa da degradação dos ecossistemas, que possibilitam a prestação dos serviços ambientais, se deve a uma falha de mercado, por não internalizar os custos dos serviços ambientais nos preços dos produtos. Com a concepção dos serviços ambientais como externalidade positiva, vislumbra-se a possibilidade de novas estratégias para reconhecimento de seu valor.

Na literatura internacional, o termo mais utilizado, nas últimas décadas, tem sido Serviços Ecossistêmicos, como apresenta a Figura 2. Contudo, na América Latina e especificamente no Brasil, o termo Serviços Ambientais tem sido comumente utilizado pela sociedade em geral. Nos sistemas de compensações ambientais, por exemplo, é dito Pagamento por Serviços Ambientais e não Pagamento por Serviços Ecossistêmicos, pelo fato de se considerar os serviços ambientais como aqueles advindos de boas práticas agroambientais. Mas também o termo Serviços Ecossistêmicos tem sido utilizado no meio acadêmico e da pesquisa. Dessa forma, optou-se no presente capítulo por mencionar esses serviços como ecossistêmicos e ambientais, no sentido de ressaltar a importância de ambos (para aqueles que preferem diferenciá-los) na gestão ambiental na agropecuária, com exceção de citações de outros autores ao longo do texto, em que o termo foi mantido conforme originalmente mencionado.

Como ainda não há um consenso sobre os conceitos relacionados aos serviços ecossistêmicos e ambientais, além da utilização dos relatórios da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003, 2005) como referência, muitos grupos de pesquisa e autores têm buscado elaborar marcos conceituais, no intuito de facilitar o intercâmbio e entendimento desses termos entre os cientistas e tomadores de decisão, que atuam em áreas correlatas, sendo estas interdisciplinares, como ecologia, sociologia, economia, biologia, engenharia florestal e outras. Pode-se citar: De Groot (1987), De Groot et al. (2002), Dominati et al. (2010), Fisher et al. (2008, 2009) e Wallace (2007).

Para De Groot (1992), o primeiro passo para a compreensão da cota de bens e serviços ecossistêmicos seria a tradução da complexidade ecológica (estruturas e processos) em um número limitado de Funções do Ecossistema. Segundo esses autores, essas funções proveem os bens e serviços valorizados pelo homem, ou seja, serviços ecossistêmicos geram benefícios para a sociedade e são derivados, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas.

O conceito de funções ecossistêmicas é relevante pois, por meio delas, ocorre a geração dos chamados serviços ecossistêmicos. As funções ecossistêmicas criam uma verdadeira integridade sistêmica nos ecossistemas, compondo um todo maior que o somatório das partes. São, em última instância, fluxos de materiais, energia e informações derivados dos ecossistemas naturais, que, combinados com fatores antrópicos, produzem o bem-estar humano. De modo geral, uma função ecossistêmica gera um determinado serviço ecossistêmico quando os processos naturais relacionados desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano. Em outras palavras, uma função passa a ser considerada um serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade e potencial de ser utilizada para fins humanos (HUETING et al., 1998).

Os processos (funções) e serviços ecossistêmicos nem sempre apresentam uma relação única e recíproca, e um serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais que um serviço ecossistêmico (COSTANZA; FOLKE, 1997; DE GROOT et al., 2002). Em relação à classificação das funções ecossistêmicas, percebe-se alguma variação na literatura. Segundo De Groot et al. (2002), as funções ecossistêmicas podem ser classificadas em: funções de regulação, funções de produção (abastecimento), funções de informação e funções de habitat.

Para A
as funções
temas regul
meio de cicl
processos sã
tos físico-qu
vivos). Alén
regulação te
funções de
pela compo
um todo e,
de carbono

As d
aspectos es
de raízes d
mitigação)
ecossistema
ção natural
regulam su
eólica da v
que previn
diretamente
cálcio, mag
formas de v
tal, como a
como inse
regulação,

As fu
de os ecos
consumo h
nutrientes
nados sem
da agricult
origem bic
abiótica (p

Já a
cionadas
de vida h
espiritual,

Para Andrade e Romeiro (2009), com base em De Groot et al. (2002), as funções de regulação estão relacionadas à capacidade de os ecossistemas regularem processos ecológicos essenciais de suporte à vida, por meio de ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera. Todos esses processos são mediados por fatores abióticos de um ecossistema (elementos físico-químicos da natureza), juntamente com os bióticos (organismos vivos). Além de manterem o equilíbrio dos ecossistemas, as funções de regulação têm impactos diretos e indiretos sobre a humanidade. Entre as funções de regulação da biota, em escala global, está aquela responsável pela composição química da atmosfera, dos oceanos e da biosfera como um todo e, por conseguinte, pelo equilíbrio entre o oxigênio e o dióxido de carbono e pela manutenção da camada de ozônio, entre outros.

As demais funções de regulação são aquelas relacionadas aos aspectos estruturais dos ecossistemas, como a cobertura vegetal e o sistema de raízes das árvores, podendo-se citar: a capacidade de prevenção (ou mitigação) de distúrbios (ou danos naturais), que resulta da habilidade dos ecossistemas em tornar menos severos os efeitos de desastres e de perturbação natural; a capacidade de absorção, filtragem e estocagem de água, que regulam sua disponibilidade ao longo das estações climáticas; a resistência eólica da vegetação; e a capacidade de manutenção da estrutura do solo, que previne o fenômeno de erosão e compactação do solo, beneficiando diretamente a ciclagem de nutrientes, tais como nitrogênio, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, que são vitais ao crescimento e ocorrência das formas de vida. As funções ecossistêmicas relacionadas à reprodução vegetal, como a polinização, que resulta das atividades de algumas espécies, tais como insetos, pássaros e morcegos, podem também ser denominadas de regulação, sendo essenciais para a prática da agricultura.

As funções de produção (abastecimento) estão ligadas à capacidade de os ecossistemas naturais fornecerem alimentos, fibras e energia para o consumo humano, por meio de processos como a fotossíntese, sequestro de nutrientes e outros, bem como estão relacionadas aos ecossistemas denominados seminaturais, que possuem a interferência do homem, como é o caso da agricultura. Independente do tipo de ecossistema, os recursos são de origem biótica (produtos advindos de plantas e animais vivos) e de origem abiótica (principalmente minerais subterrâneos) (DE GROOT et al., 2002).

Já as funções de informação dos ecossistemas naturais estão relacionadas a fatores abstratos que contribuem para uma melhor qualidade de vida humana, fornecendo oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação, turismo, experiência

estética, inspiração cultural e artística, e informação histórica e cultural, além de informações científicas. Essas funções estão diretamente relacionadas aos valores humanos e são abstratas, o que muitas vezes dificulta a sua definição e avaliação exatas (DE GROOT et al., 2002).

Por fim, no que se refere às funções de habitat, estas são essenciais para a conservação da biodiversidade e para a sucessão ecológica. De Groot et al. (2002) citam como exemplos as funções de refúgio e berçário, sendo a primeira relativa ao espaço e abrigo que os ecossistemas naturais fornecem para espécies animais e vegetais, assegurando a diversidade genética e biológica. A segunda relaciona-se aos ecossistemas ideais para a reprodução de algumas espécies, principalmente os costeiros, permitindo a sua perpetuação.

No que tange aos serviços prestados pelos ecossistemas, em geral se consideram três categorias: de regulação, de provisão (abastecimento) e culturais (HEIN et al., 2006; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003). Em Millennium Ecosystem Assessment (2003) é reconhecida também outra categoria denominada de serviços de suporte, mas esta última não tem sido muito utilizada na avaliação ecossistêmica, por causa do duplo sentido ou da sobreposição com as demais categorias de serviços (FISHER et al., 2008).

Quanto aos serviços de regulação, estes se relacionam às características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação e regulação do fluxo de água, autodepuração da água (processo de degradação de nutrientes contidos nos corpos hídricos em função de fontes de poluição, geralmente esgotos), regulação de doenças humanas e pragas na agricultura, polinização e mitigação de danos naturais. Esses serviços são derivados quase exclusivamente das funções ecossistêmicas de regulação apresentadas neste capítulo. Diferentemente dos serviços de provisão, sua avaliação não ocorre pelo seu "nível" de produção ou quantidade disponível, mas sim pela análise da capacidade de os ecossistemas regularem determinados serviços. Exemplos de como as mudanças nas condições dos ecossistemas afetam sua capacidade regulatória podem ser extraídos de resultados encontrados pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003).

Considerando o serviço de regulação climática, as alterações nos ecossistemas têm contribuído significativamente para as mudanças climáticas, principalmente em virtude do desmatamento, das queimadas, do uso

de fertilizantes e de uso da terra e das emissões de 20% das emissões de mudanças no palmente relacion

Em relação comprometida n urbanas e lançar resíduos provinc comprometer os e, portanto, afetação, e, consequ serviços de prov

Para Milhe provisão (abaste ecossistemas na e fibras, madeir fonte de energia farmacêuticos, r

Dados da na geração dos Assessment (20 incremento de 2,5 vezes, a pro 40% e a produq respectivamente Ecossistêmica d per capita na p aumento projet de 70% a 85%. o uso humano vamente a capa essencial serviç mundial de águ tempo em que considerados ir nos sistemas de

de fertilizantes e dos combustíveis fósseis, bem como pela intensa dinâmica de uso da terra e práticas agrícolas inadequadas. Aproximadamente 40% das emissões de dióxido de carbono (CO_2), nos últimos dois séculos, e cerca de 20% das emissões deste mesmo gás na década de 1990 foram originadas de mudanças no uso da terra e de manejo inadequado dos solos, principalmente relacionadas ao desflorestamento (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Em relação à qualidade da água, esta vem sendo drasticamente comprometida nas últimas décadas pelo aumento da população em áreas urbanas e lançamento de esgotos in natura nos corpos hídricos. Também resíduos provindos da agricultura, como fertilizantes e pesticidas, podem comprometer os processos naturais que asseguram a qualidade da água e, portanto, afetar a ocorrência e sustentabilidade desse serviço de regulação, e, conseqüentemente, afetar a sua disponibilidade relacionada aos serviços de provisão.

Para Millennium Ecosystem Assessment (2003) os serviços de provisão (abastecimento) incluem os produtos obtidos diretamente dos ecossistemas naturais ou seminaturais (agricultura), tais como alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais que servem como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água.

Dados da produção mundial de alimentos ilustram o aumento na geração dos serviços de provisão. Segundo Millennium Ecosystem Assessment (2005), entre 1961 e 2003 a produção de alimentos teve um incremento de mais de 160%, tendo a produção de cereais aumentado 2,5 vezes, a produção de carne bovina e de ovelha aumentado cerca de 40% e a produção de carne suína e de aves incrementado 60% e 100%, respectivamente. Em todos os quatro cenários construídos pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio, projeta-se um aumento da produção total e per capita na produção global de alimentos, ao mesmo tempo em que o aumento projetado para a demanda mundial por alimentos gira em torno de 70% a 85%. Com relação à oferta de água, as tendências apontam que o uso humano desse recurso natural é insustentável, impactando negativamente a capacidade de os ecossistemas proverem adequadamente esse essencial serviço de provisão. Aproximadamente de 5% a 25% do uso mundial de água doce excederão a oferta, em longo prazo, ao mesmo tempo em que de 15% a 35% do uso global da água para irrigação são considerados insustentáveis, em razão das deficiências ainda encontradas nos sistemas de captação e irrigação.

Dessa forma, percebe-se que é preciso se atentar para a sustentabilidade desses serviços de provisão; esses recursos não devem ser medidos apenas em termos de quantidade de produtos disponíveis em um determinado período. Deve-se proceder a uma análise que considere a qualidade e o estado do estoque do capital natural que serve como base para sua geração. Portanto, faz-se necessário observar os limites impostos pela capacidade de suporte do ecossistema (física, química e biológica), para que a intervenção antrópica, ao usufruir direta e indiretamente desses recursos naturais, não comprometa irreversivelmente a integridade e o equilíbrio dos processos que os proveem (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Os serviços culturais incluem a diversidade cultural, na medida em que a própria diversidade dos ecossistemas influencia a multiplicidade das culturas, valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento (formal e tradicional), e valores educacionais e estéticos, dentre outros. Esses serviços estão intimamente ligados a valores e comportamentos humanos, bem como às instituições e aos padrões sociais, características que fazem com que a percepção deles seja diferenciada entre os grupos de indivíduos, dificultando a avaliação de sua provisão (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Ainda segundo Andrade e Romeiro (2009), as sociedades têm desenvolvido uma interação íntima com o meio natural, o que tem moldado a diversidade cultural e os sistemas de valores humanos. Entretanto, a transformação de ecossistemas naturais em paisagens cultivadas, com características mais homogêneas, associada às mudanças econômicas e sociais, como rápida urbanização, melhoramento e barateamento nas condições de transporte e intensificação da globalização, tem enfraquecido as ligações entre ecossistemas e diversidade/identidade cultural. Por outro lado, o uso dos ecossistemas para objetivos de recreação e turismo tem aumentado, em virtude principalmente de aumento da população e maior disponibilidade de tempo para o lazer, principalmente das populações com maior poder aquisitivo e maior acesso a infraestrutura, que facilitam o acesso aos serviços culturais. O turismo ecológico, por exemplo, corresponde a uma das principais fontes de renda para alguns países que ainda possuem grande parte dos seus ecossistemas conservada.

Para Millennium Ecosystem Assessment (2003) os serviços de suporte são aqueles necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos ou ocorrem em longo prazo. Como exemplos, pode-se citar a produção primária, a produção de oxigênio atmosférico, a formação e retenção de solo, a ciclagem de

nutrientes, a ciclagem de nutrientes-chave, a produção de alimentos, a regulação dos serviços ecossistêmicos, além de in

Resumindo, seu uso, demanda serviços ecossistêmicos somados à visualização dos serviços ecossistêmicos.

Destaca-se a Avaliação Eco

nutrientes, a ciclagem da água e a provisão de habitat. Os ciclos de vários nutrientes-chave para o suporte da vida têm sido significativamente alterados pelas atividades humanas ao longo dos últimos dois séculos, com consequências positivas e negativas para os outros serviços ecossistêmicos, além de impactos no próprio bem-estar humano.

Resumindo, as funções ecossistêmicas existem independentemente de seu uso, demanda ou valorização social, traduzindo-se em serviços ecossistêmicos somente quando utilizadas pelo ser humano. No intuito de facilitar a visualização das categorias e exemplos de funções ecossistêmicas e de serviços ecossistêmicos são apresentadas as Figuras 3 e 4, respectivamente.

Destaca-se, ainda, que no nível internacional, dando sequência à Avaliação Ecossistêmica do Milênio, alguns países como a Espanha têm

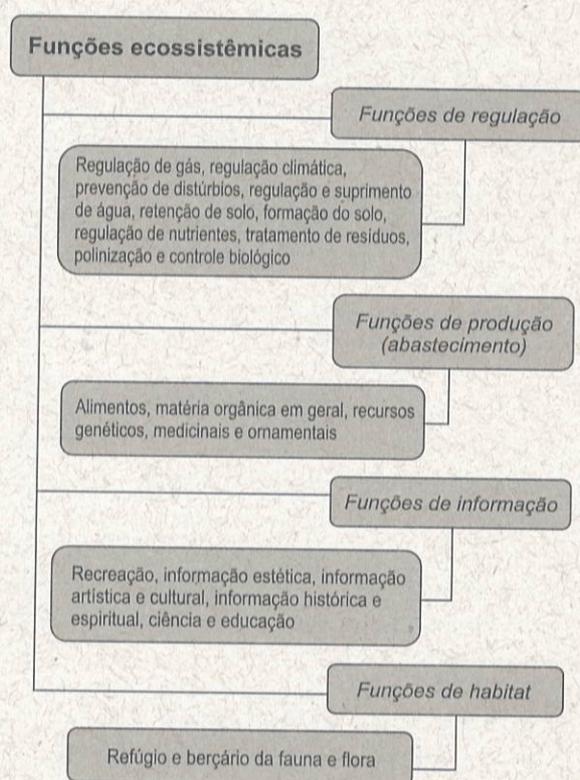


Figura 3. Categorias de funções ecossistêmicas.

Fonte: modificado de De Groot et al. (2002).

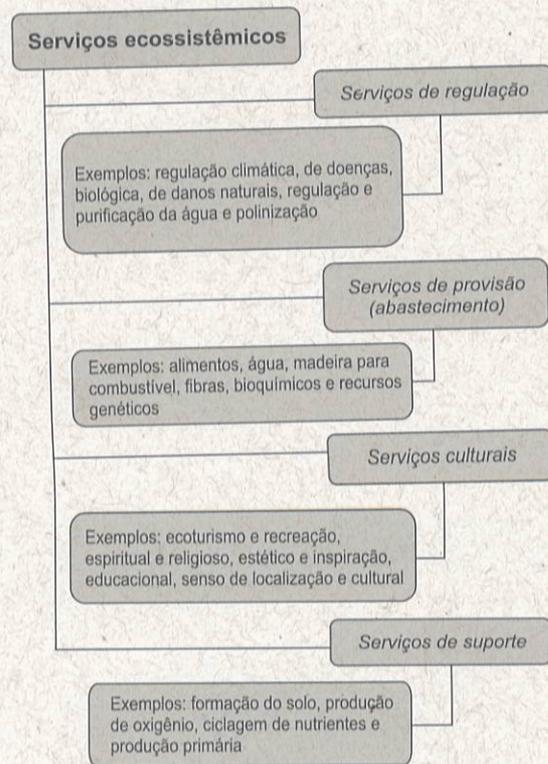


Figura 4. Categorias de serviços ecossistêmicos.

Fonte: modificado de Millennium Ecosystem Assessment (2003).

realizado a sua própria Avaliação Ecosistêmica. Foi lançado também o projeto *Millenium Ecosystem Assessment Follow-up* (Mafu), que incentiva a análise da relação entre bem-estar humano e serviços ecossistêmicos em uma escala subglobal, contribuindo para a formação de uma rede de iniciativas relacionadas à metodologia do Millennium Ecosystem Assessment (2003), adaptada às necessidades regionais e locais.

AValiação DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AMBIENTAIS

De acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), os serviços ecossistêmicos se

degradaram mais do que qualquer outro serviço, e prevê declínios especialmente à luz das alterações

Contudo, para avaliar os benefícios para o bem-estar dos ecossistemas é difícil estimar os benefícios econômicos, o

A natureza da análise de seus benefícios é diferente entre os ecossistemas. Além disso, o fato de que a relação entre a tarefa ainda m

Para Nicolson, os serviços ecossistêmicos são progressos rápidos, uma abordagem de serviço ambiental e requerem um

A formulação da qualidade da vida dos agricultores e dos ecossistemas naturais. Por isso, o uso de incentivos e no uso de incentivos para a conservação de se

Nesse sentido, os serviços ecossistêmicos são uma preocupação internacional e todas e discuti

A metodologia do MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT

degradaram mais rápida e profundamente nos últimos 50 anos do que em qualquer outro período análogo da história da humanidade. A avaliação prevê declínios ainda mais acentuados para as próximas décadas, especialmente à luz do crescimento populacional, da expansão econômica e das alterações climáticas globais.

Contudo, de acordo com esse relatório, as informações disponíveis para avaliar as consequências das mudanças nos serviços dos ecossistemas para o bem-estar humano são relativamente restritas. Muitos serviços dos ecossistemas não foram ainda avaliados e monitorados e também é difícil estimar a influência das mudanças climáticas e outras nos serviços dos ecossistemas, porque isso envolve outros fatores sociais, culturais e econômicos, que também afetam o bem-estar humano.

A natureza, dependente das funções ecossistêmicas, faz com que a análise de seus serviços requeira a compreensão das interconexões existentes entre os seus componentes, resguardando a capacidade dinâmica dos ecossistemas em gerar seus serviços (LIMBURG; FOLKE, 1999). Além disso, o fato de a ocorrência das funções e serviços ecossistêmicos estar relacionada a várias escalas espaciais e temporais torna sua análise uma tarefa ainda mais complexa.

Para Nicholson et al. (2009), a importância em se estudar os serviços ecossistêmicos e ambientais tem sido amplamente reconhecida e progressos rápidos têm ocorrido nesse sentido. Entretanto, prevalece ainda uma abordagem estática, baseada na avaliação independente de cada serviço ambiental, ignorando o fato de que os ecossistemas são dinâmicos e requerem uma abordagem multidisciplinar.

A formulação e aplicação de metodologias para mensurar e avaliar a qualidade das funções e serviços ambientais permite balizar as decisões de agricultores, gestores, empresários e outros usuários diretos de recursos naturais. Por outro lado, tais estudos auxiliam também no desenvolvimento e no uso de instrumentos político-econômicos que permitam identificar e incentivar atores e práticas de manejo de recursos naturais, em prol da conservação de serviços ecossistêmicos e ambientais (TURETTA et al., 2010).

Nesse sentido, algumas metodologias e ferramentas para avaliar os serviços ecossistêmicos e ambientais, que têm sido utilizadas no âmbito internacional e nacional, em diferentes escalas de estudo, serão apresentadas e discutidas a seguir.

A metodologia de Avaliação Ecossistêmica do projeto Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) foi baseada na metodologia

do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O IPCC é uma organização científica que foi criada em 1998, pela Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), tendo como missão analisar de forma exaustiva, objetiva, aberta e transparente informações técnico-científicas e socioeconômicas disponíveis sobre as mudanças climáticas. Dessa forma, a Avaliação Ecosistêmica do Milênio baseou-se também em uma rede de especialistas acoplada a um complexo processo de revisores (MOONEY et al., 2004). De modo geral a metodologia utilizada na Avaliação Ecosistêmica do Milênio tomou como foco da avaliação o bem-estar humano em diferentes escalas: local, regional e global, considerando a dinâmica entre o bem-estar humano e os serviços ecossistêmicos, assim como a influência de forçantes diretas e indiretas de mudanças (Figura 5).

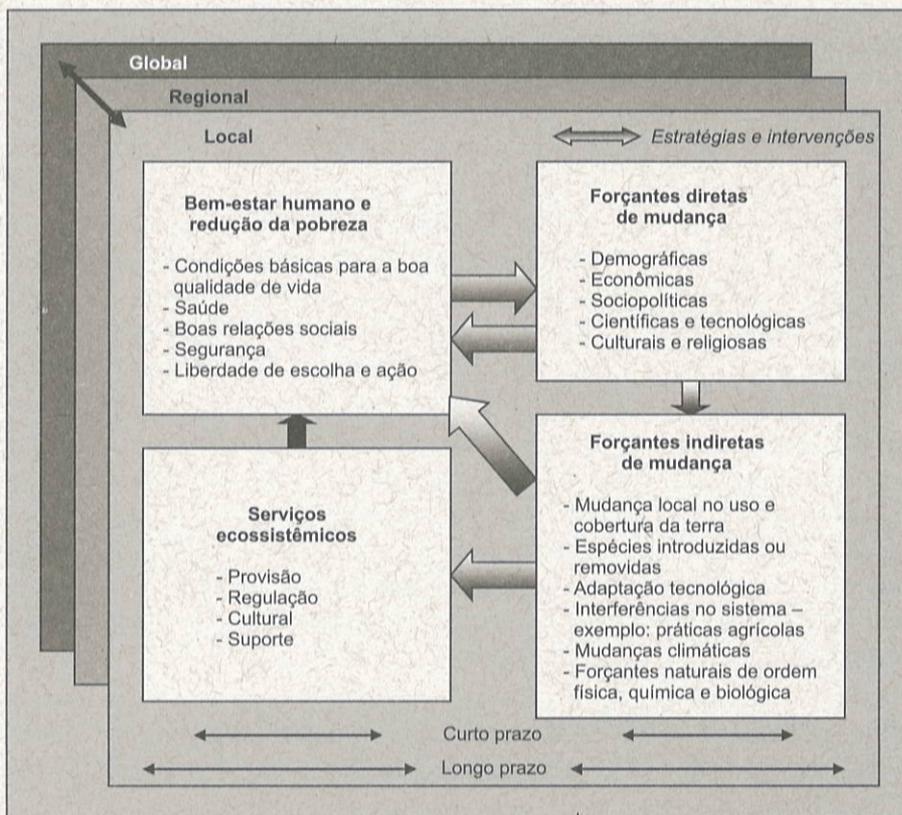


Figura 5. Metodologia de avaliação ecossistêmica utilizada pelo Projeto Milênio.

Fonte: modificado de Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Após a o projeto Mill nhecimentos, Porém, a avali ticas (STOKST não foi desen aos gestores de forma suste os tomadores ações, visando

Como a e ambientais s tomador de de região de estu em escalas di comparação d de avaliações i

Pensand Divisão de Est padrão interna temas, respeita tradução fácil o instrumento pe e ferramentas também auxili e dos seus flux

Seppelt e dológicas relac 20 anos e prop em conta, senc

Base bio das funções do utilização de o rentes tipos, be integração-mo of Environmen

Tradeoff dam os serviço

Após a finalização e a apresentação dos resultados no ano 2005, o projeto Millenium Ecosystem Assessment tem recebido grandes reconhecimentos, incluindo o Prêmio Internacional Zayed de Meio Ambiente. Porém, a avaliação do milênio também tem recebido consideráveis críticas (STOKSTAD, 2005). Mas há de se levar em conta que esse projeto não foi desenhado para ser um manual técnico-científico, para indicar aos gestores como precisam administrar, passo a passo, os ecossistemas de forma sustentável. Constitui-se em uma ferramenta que pode auxiliar os tomadores de decisão na identificação, planejamento e priorização das ações, visando a assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Como as metodologias de avaliação dos serviços ecossistêmicos e ambientais são diferentes, visto que cada instituição e pesquisador ou tomador de decisão adere-se a um método específico de avaliação em sua região de estudo, e ainda em razão do fato de esses dados serem obtidos em escalas diferenciadas, gera-se uma dificuldade na interpretação e comparação dos resultados para bacia hidrográfica, estado e país, a partir de avaliações realizadas de forma independente e desconectadas.

Pensando em contribuir para a mitigação dessas dificuldades, a Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD) propôs, em 2010, um padrão internacional para classificação uniforme dos serviços dos ecossistemas, respeitando conceitos e categorias aceitos, no intuito de permitir a tradução fácil da informação estatística entre as diferentes aplicações. Esse instrumento poderá não apenas facilitar o uso mais consistente de dados e ferramentas para a caracterização e avaliação dos ecossistemas, mas também auxiliar no entendimento comum dos estoques de capital natural e dos seus fluxos (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2012).

Seppelt et al. (2011) fizeram um apanhado de 460 abordagens metodológicas relacionadas aos estudos dos serviços ambientais nos últimos 20 anos e propuseram quatro importantes componentes a serem levados em conta, sendo eles:

Base biofísica – Consiste na medição, modelagem e monitoramento das funções dos ecossistemas a partir de dados bióticos e abióticos. Implica utilização de dados de diferentes escalas espaciais e temporais e de diferentes tipos, bem como de ferramentas de organização, armazenamento e integração-modelagem dos dados, como é o caso do *Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs* (InVEST) e outros.

Tradeoffs – Referem-se às ações antrópicas que impactam ou degradam os serviços ecossistêmicos. Segundo Andrade e Romeiro (2009), por

exemplo, o aumento da produção de alimentos envolve geralmente o incremento no uso de água e fertilizantes, além de frequentemente envolver expansão de área cultivada, influenciando na redução da quantidade e da qualidade de água para outros usos, assim como no decréscimo da cobertura florestal e ameaças à biodiversidade. Para Seppelt et al. (2011), os impactos sobre os serviços ecossistêmicos podem ser avaliados por meio de modelos de simulação. Respostas advindas desse tipo de avaliação podem subsidiar o direcionamento de políticas públicas, bem como a tomada de decisão em diferentes níveis da sociedade.

Off-site effects – São ocasionados ao longo do tempo, tais como processos erosivos, de sedimentação e eutrofização dos corpos hídricos, a partir de alterações ambientais ou antrópicas. São complexos e resultantes da interação de diversos fatores ambientais, podendo causar grandes impactos sobre a sociedade em escala mais abrangente.

Envolvimento de stakeholders (atores locais) – Apropriado para relacionar os serviços ecossistêmicos ao bem-estar humano. Segundo Seppelt et al. (2011), esse envolvimento deve ser visto como um método para alcançar uma amplitude maior na sociedade, para validar na prática as respostas e soluções acadêmicas, além de permitir estimar quais das metodologias utilizadas para avaliação dos serviços ecossistêmicos são passíveis de utilização efetiva na gestão ambiental.

Nas metodologias de avaliação ecossistêmica, geralmente são utilizados indicadores para se realizar a avaliação ou monitoramento dos serviços ecossistêmicos ou ambientais. Os indicadores começaram a ganhar importância mundialmente a partir de 1947, quando o Produto Interno Bruto (PIB) tornou-se conhecido como indicador de progresso econômico. Já os indicadores de políticas públicas mais utilizados até a década de 1980 foram os sociais e os econômicos. A busca de indicadores para a avaliação do nível de sustentabilidade de políticas e ações ambientais começou a ser enfatizada a partir dos anos 1990, principalmente por causa da Rio-92 (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os indicadores são informações quantificadas, de cunho científico e de fácil compreensão, utilizadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Indicadores ambientais são estatísticas selecionadas que representam

ou resumem naturais e de

O prin
cadores oco
Ministros da
de indicado
da região. C
Latino Amer
2007). Esse
MMA e part
Brasileiro de
Metrologia,
Econômica /
apoio direto

No er
avaliar a qua
ecossistêmic
auxiliar. Por
satélite' que
terra, assim
ção à sua fr
permitindo
e fatores qu
ou ambient
diretas e inc
serviços eco
exposto e vi
rios, pode s
assoreamen
qualidade p
seriam o pe
nível de frag
determinadi
por serviços

Um e
os efeitos da
realizado e
para a cidad

ou resumem alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas.

O primeiro esforço empreendido pelo MMA na construção de indicadores ocorreu quando foi assumido o compromisso junto ao Fórum de Ministros da América Latina e do Caribe, para compilação de um conjunto de indicadores que pudessem ser padronizados com os demais países da região. O resultado foi o Relatório de Acompanhamento da Iniciativa Latino Americana e Caribenha (Ilac) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007). Esse trabalho foi realizado em parceria com os departamentos do MMA e participação da Agência Nacional de Águas (ANA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), com apoio direto do Pnuma.

No entanto, quando se pretende avaliar extensas áreas, buscando avaliar a qualidade da paisagem como um todo e não somente os serviços ecossistêmicos e ambientais individualizados, as geotecnologias podem auxiliar. Por meio delas é possível fazer a interpretação de imagens de satélite que permitem acompanhar a dinâmica do uso e cobertura da terra, assim como realizar o cálculo de métricas da paisagem em relação à sua fragmentação, além da sobreposição e ponderação de mapas, permitindo identificar áreas críticas em termos de degradação ambiental e fatores que interferem na disponibilidade dos serviços ecossistêmicos ou ambientais. Dessa forma, podem subsidiar, por meio de correlações diretas e indiretas, a avaliação do ecossistema em questão e o reflexo nos serviços ecossistêmicos e ambientais. Por exemplo, a identificação de solo exposto e voçorocas em uma bacia hidrográfica, próximo a nascentes ou rios, pode ser um indicador de processos erosivos e, conseqüentemente, assoreamento dos corpos d'água, reduzindo a provisão de água de boa qualidade para fins de abastecimento. Outros exemplos de indicadores seriam o percentual de florestas e de áreas naturais de uma região ou o seu nível de fragmentação, podendo ser um indicativo da presença ou não de determinadas espécies, como certos polinizadores, que são responsáveis por serviços ecossistêmicos ou ambientais prestados à agricultura.

Um estudo realizado no Bioma Mata Atlântica, no sentido de avaliar os efeitos da mudança de uso da terra na perda de serviços ambientais, foi realizado em microbacias de abastecimento de água (Sistema Cantareira) para a cidade de São Paulo. Nesse estudo os serviços ecossistêmicos foram

quantificados por meio da investigação de um conjunto de variáveis, incluindo relevo, tipos de solo, uso do solo e estágios de desenvolvimento das florestas, entre outras. A partir da integração de técnicas de levantamento e mensuração das funções ecossistêmicas com sistemas de informação geográfica foi possível realizar análises de cenários de transformação de uso do solo, produzindo-se mapas de oferta e de perdas de serviços ecossistêmicos (DITT et al., 2010).

Duas formas de serviços ecossistêmicos se destacaram pelos resultados encontrados: o papel das florestas na mitigação climática, por meio do armazenamento de carbono em biomassa florestal, e o papel das florestas para evitar perdas de solo e assoreamento de reservatórios de água. Quando uma área de Mata Atlântica é convertida em pastagens, por exemplo, as perdas de armazenamento de carbono podem chegar a 113 toneladas por hectare. E as perdas de solo pelo escoamento superficial e assoreamento dos reservatórios de água podem atingir uma média de 194 toneladas de sedimento por hectare de desmatamento (DITT et al., 2010).

Em relação à avaliação de serviços ecossistêmicos e ambientais relacionados à agricultura, segundo Mendonça e Fernandes (2010), nos últimos anos, têm avançado de forma significativa no Brasil os trabalhos com modelos de simulação da dinâmica do carbono e do nitrogênio no sistema solo-planta. Com a construção, adaptação e validação de modelos, pretende-se sanar a dificuldade de mostrar o impacto dos sistemas de manejo sobre os estoques de carbono e nitrogênio no solo, ao longo do tempo, bem como indicar o potencial dos sistemas de manejo em sequestrar e emitir gases de efeito estufa, principalmente CO₂ e NO_x. A modelagem torna-se, portanto, mais uma ferramenta à mão dos cientistas para contribuir na compreensão dos processos relacionados à dinâmica desses elementos, aproveitando os dados já gerados em inúmeras publicações, para integrar resultados e avaliar cenários futuros.

Um conjunto de ferramentas que vem sendo disseminado e utilizado cada vez mais para mapear e avaliar os serviços ecossistêmicos e ambientais é denominado de *Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs* (InVEST). O InVEST permite que os tomadores de decisão possam quantificar a importância do capital natural, para avaliar as vantagens e desvantagens associadas às escolhas e alternativas, e para integrar a conservação ao desenvolvimento humano. O InVEST permite modelar a qualidade da água, a provisão de água para irrigação e produção de

energia, a conservação do solo, considerando a qualidade da água e outros.

É possível integrar os serviços ecossistêmicos em seu endereço eletrônico, permitindo que a equipe que está envolvida, coordenada por pesquisadores dos Estados Unidos, em parceria com outros pesquisadores, possa realizar a conservação de

Um exemplo de projeto desenvolvido visando a identificação de áreas de importância hidrológica, a avaliação da biodiversidade e a conservação dos recursos hídricos na região. Ele envolve a avaliação dos valores econômicos e da conservação ambiental impactada pela obtenção de produtos agrícolas rurais, por exemplo, a área de produção e a conservação dos recursos hídricos como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Nos PSA, os produtores rurais são remunerados por serviços ambientais que eles fornecem, tais como a manutenção da qualidade da água, a melhoria da produtividade e a conservação dos recursos hídricos. O desafio em PSA é definir os serviços ambientais a partir da qualidade dos recursos ambientais e estabelecer os melhores indicadores para avaliar os serviços ambientais.

¹ Disponível em: <

energia, a conservação do solo, o sequestro de carbono e a polinização, considerando também valores culturais e espirituais, recreação e turismo e outros.

É possível ter acesso gratuito ao programa e seu manual de utilização no seu endereço eletrônico¹, e tem-se a vantagem de a resolução espacial das análises ser flexível, permitindo que os usuários possam utilizá-lo para diversos fins em escalas local, regional ou global. Nesse mesmo endereço eletrônico podem ser encontradas diversas publicações elaboradas pela equipe que compõe o Projeto Capital Natural no qual o InVEST foi desenvolvido, coordenado pela Universidade de Stanford na Califórnia, Estados Unidos, em parceria com diversas instituições, permitindo encontrar diversos exemplos de aplicação prática nas áreas de pesca, agricultura, conservação da natureza, recursos hídricos e outros.

Um exemplo da aplicação do InVEST pode ser obtido no estudo desenvolvido por Nelson et al. (2009) que aplicaram essa ferramenta, visando a identificar como a dinâmica de uso e cobertura da terra na bacia de Willamette, em Oregon, Estados Unidos, pode afetar os serviços hidrológicos, a conservação do solo, o sequestro de carbono, a conservação da biodiversidade e o valor de diversas commodities presentes na região. Eles encontraram como resultado uma correlação negativa entre os valores das commodities e a presença dos serviços ecossistêmicos e da conservação da biodiversidade, o que indica que há ações antrópicas impactando ou degradando os serviços ecossistêmicos em função da obtenção do lucro. Isso indica que quando as decisões de produtores rurais, por exemplo, são baseadas apenas nos retornos financeiros, na sua área de produção tenderão a diminuir a oferta dos serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade. No entanto, políticas de intervenção como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) ou outro tipo de compensação econômica podem favorecer a sustentabilidade no meio rural.

Nos PSA, o monitoramento dos serviços ecossistêmicos e ambientais é de suma importância, pois os resultados vão mostrar a eficiência das intervenções no incremento da prestação dos diversos serviços ou na melhoria da preservação dos recursos naturais. Este tem sido um desafio em PSA do mundo todo, pois é preciso traçar uma linha de base, a partir da qual ocorrerão as intervenções, fazendo-se uso de indicadores ambientais, bem como sociais e econômicos. A identificação dos melhores indicadores não é tarefa fácil e de curto prazo; o monitoramento

¹ Disponível em: <<http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>>.

também deve ser de longo prazo e ainda possui custos elevados, e os atores envolvidos na implementação de PSA nem sempre têm acesso às tecnologias e métodos necessários à efetivação deste. Estes são entraves que podem ser vencidos com a parceria entre diversas instituições: de pesquisa, de ensino, de extensão, governamentais ou não governamentais, federais, estaduais e municipais.

De um modo geral, ao se falar em avaliações ecossistêmicas e ambientais, em relação aos resultados obtidos por pesquisas mundiais, parece que não há sempre um consenso. Por exemplo, Isbell et al. (2011) publicaram um trabalho interessante que aborda a questão da necessidade de grande diversidade biológica para manter as múltiplas escalas dos serviços ecossistêmicos. É mencionado que, apesar de estudos na América do Norte e Europa apontarem, a partir de 17 experimentos de longo prazo, que algumas espécies exercem papel redundante nos ecossistemas, os resultados de pesquisas desenvolvidos pela McGill University (2012) demonstram que a maioria das espécies estudadas foram importantes, pelo menos uma vez, para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e que conjuntos diferentes de espécies foram importantes durante anos e locais diferentes, para diferentes serviços, e sob distintos níveis de mudanças climáticas e de uso da terra. Os cientistas envolvidos no estudo também recomendam, a partir de seus resultados, que é preciso priorizar os esforços de conservação e prever consequências da extinção das espécies.

Especificamente sobre a relação entre florestas nativas e serviços hidrológicos também não há um consenso geral, pois remanescem incertezas em relação à magnitude dos efeitos, por exemplo, da taxa de cobertura florestal em diferentes partes de uma bacia hidrográfica em relação à qualidade e à quantidade de água disponível. Fatores como relevo, tipo de solos, regime de chuvas e outros podem ser tão determinantes ou mais que alterações no uso e cobertura da terra. Estudos locais ou regionais são importantes para o melhor entendimento dessa relação. Mas algumas posições são consensuais entre hidrologistas florestais, tais como: florestas reduzem o escoamento superficial, a erosão do solo e a sedimentação dos rios, a perda de florestas reduz a produtividade aquática e as florestas podem influenciar as chuvas em determinada região. Esses fatores levam a concluir que os serviços ecossistêmicos hidrológicos prestados pela presença de florestas naturais podem gerar melhorias na qualidade da água, na regulação da vazão, no fornecimento de água e na manutenção de espécies aquáticas (VEIGA NETO et al., 2010).

Contu
avaliar os se
antrópicas, r
comuns sob
a diversidade
processos sã

E A

Apesa
cionais não
Ecossistêmic
tagem dos se
anos no Bras
quisa ou por
e estaduais,
e ambientais
estudos e ob
ecossistemas
e ar, bem co
base para o
como para st

Dessa
cos e ambie
correlatos ex
metodologias
das em instit
ser um país c
relacionadas
tipo de instit

També
propostos no
ços ecossistê
para uma ten
parceiros. No
sincronizada.

Contudo, percebe-se que muitas iniciativas existem no sentido de avaliar os serviços ecossistêmicos e ambientais e sua relação com as ações antrópicas, mas ainda é preciso avançar muito para se chegar a conclusões comuns sobre a quantificação de seu valor para a humanidade, visto que a diversidade e complexidade são uma constante nos ecossistemas e os processos são dinâmicos e difíceis de serem acompanhados.

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AMBIENTAIS NO BRASIL: ESTADO DA ARTE

Apesar de as publicações brasileiras em revistas científicas internacionais não serem expressivas no tema Serviços Ambientais ou Serviços Ecossistêmicos, a avaliação, o monitoramento, o mapeamento e a modelagem dos serviços ecossistêmicos e ambientais vêm ocorrendo há muitos anos no Brasil, seja por cientistas de universidades e instituições de pesquisa ou por instituições governamentais e não governamentais, federais e estaduais, mesmo não sendo utilizado o termo serviços ecossistêmicos e ambientais, que são mais recentes no Brasil. Pois entende-se que os estudos e obtenção de informações sobre os fluxos e ciclos presentes nos ecossistemas, envolvendo os elementos água, solo, fauna, flora, minerais e ar, bem como sobre a influência das ações antrópicas sobre eles, são a base para o entendimento das funções e serviços do ecossistema, assim como para sua valoração.

Dessa forma, muitas informações sobre os serviços ecossistêmicos e ambientais, prestados pelos diferentes biomas brasileiros e temas correlatos existem; porém, foram coletadas e analisadas aplicando-se metodologias e escalas espaciais e temporais diferentes, sendo armazenadas em instituições muitas vezes desconectadas, até pelo fato de o Brasil ser um país continental. A Tabela 1 sintetiza alguns tipos de informações relacionadas aos recursos naturais, no âmbito nacional, disponíveis por tipo de instituição e onde encontrá-las.

Também alguns projetos da Embrapa vêm atuando ou estão sendo propostos nos últimos anos, relacionados diretamente à temática dos serviços ecossistêmicos e ambientais, em diferentes regiões do País, apontando para uma tendência na evolução do tema na Empresa, juntamente a seus parceiros. No entanto, esses projetos não estão atuando ainda de forma sincronizada. Mas há projetos e outras iniciativas dos pesquisadores da

Tabela 1. Informações organizadas, atualizadas e disponibilizadas por instituições públicas sobre os recursos naturais brasileiros.

Tipo de informação	Instituição que disponibiliza	Acesso às informações
Informações quantitativas e qualitativas relativas ao monitoramento de diversas bacias hidrográficas	Agência Nacional de Águas (ANA)	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) http://www.ana.gov.br/portalsnirh/default.aspx
Distribuição e caracterização da biodiversidade, situação dos biomas brasileiros, Unidades de Conservação e indicadores ambientais	Ministério do Meio Ambiente (MMA)	http://www.mma.gov.br/
Resultados do monitoramento do uso e cobertura da terra nos diferentes biomas brasileiros	Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)	Sistema Nacional de Informações Florestais (Snif) http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/perdada-cobertura-florestal
Informações censitárias e outras, sobre o contingente populacional e diversos aspectos sociais e agropecuários	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	http://www.ibge.gov.br/
Informações sobre a agropecuária brasileira, tais como safra e custo de produção, entre outros	Companhia Nacional de Abastecimento (Conab)	http://www.conab.gov.br/
Informações obtidas na maior rede de estações meteorológicas da América do Sul	Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)	A disponibilização dos dados é feita por meio de solicitação específica ao Inmet, não havendo ainda uma base de dados disponibilizada eletronicamente
Informações básicas sobre agrometeorologia que orientam o zoneamento agrícola brasileiro	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Sistema de Monitoramento Agrometeorológico da Região Sul (Agritempo) http://www.agritempo.gov.br/

Fonte: Prado (2012).

Embrapa (inc e parceiros no nivelamento de informações ambientais) e uma padronização de base de dados e de ferramentas.

Da mesma forma, os resultados resultantes de pesquisas em portais e bases de dados, visando à padronização de informações, para uma avaliação, neste sentido destacamos a publicação de 18 de novembro de 2012, que trata da mudança de metodologia de coleta que o acesso a qualquer cidade ou àquelas não observará regularmente.

Em relação ao ECOSYSTEM, o meio de seu Conselho Empresarial para a Avaliação Ecológica Ecosistêmica, para a avaliação em que são realizados e confrontar os resultados locais.

Um exemplo de avaliação subglobal do Sistema de Reservas da Biosfera da América Atlântica. O projeto foi desenvolvido com a participação de pesquisadores de São Paulo (USP), Botânica, Inst

Embrapa (inclusive está sendo articulada uma rede de pesquisa da Embrapa e parceiros no tema serviços ecossistêmicos e ambientais) para que haja um nivelamento dos conceitos relacionados à avaliação e à valoração dos serviços ambientais, o estabelecimento de um canal de troca de experiências, uma padronização de metodologias e a elaboração de uma metodologia de base de dados comum, bem como para o desenvolvimento e adaptação de ferramentas de suporte aos tomadores de decisão no meio rural.

Da mesma forma, dados relativos aos recursos naturais, muitas vezes resultantes de uma rede de monitoramento, são também disponibilizados em portais eletrônicos em nível estadual. Políticas nacionais e estaduais visando à padronização na obtenção, organização e disponibilização das informações sobre os recursos naturais poderiam contribuir efetivamente para uma avaliação ecossistêmica integrada dos biomas brasileiros. Nesse sentido destaca-se grande contribuição que poderá oferecer a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, de Acesso à Informação, que representa uma mudança de paradigma em matéria de transparência pública, pois estabelece que o acesso à informação é a regra e o sigilo, a exceção. Dessa forma, qualquer cidadão poderá solicitar acesso às informações públicas, ou seja, àquelas não classificadas como sigilosas, conforme procedimento que observará regras, prazos, instrumentos de controle e recursos previstos.

Em relação à Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003, 2005), o Brasil teve participação por meio de seus representantes Fernando Almeida, presidente-executivo do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, e de José Gálizia Tundisi, presidente do Instituto Internacional de Ecologia. A partir da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, avaliações subglobais da Avaliação Ecossistêmica do Milênio foram projetadas, como mencionado anteriormente, para atender às necessidades dos tomadores de decisão na escala em que são realizadas, isto é, regionais e locais. Estas têm como propósito confrontar as conclusões globais com a realidade local e fortalecer os resultados locais com perspectivas globais, dados e modelos.

Um exemplo da participação brasileira nessa iniciativa é a Avaliação subglobal do Cinturão Verde de São Paulo – que faz parte de uma das Reservas da Biosfera (RB) brasileira que é a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O projeto é coordenado pelo Instituto Florestal de São Paulo, com a participação de diversos departamentos da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Guarulhos, Instituto Geológico, Instituto de Botânica, Instituto de Economia Agrícola, Instituto de Pesca e Instituto

Internacional de Ecologia. O objetivo é fornecer informações aos tomadores de decisão a respeito dos serviços ecossistêmicos advindos do Cinturão Verde das cidades de São Paulo e Santos, buscando compreender como as alterações ocorridas em função do processo intenso de urbanização vêm afetando o bem-estar humano. Alguns dos serviços ambientais e ecossistêmicos considerados nessa avaliação são: água superficial e subterrânea, alimento, recursos florestais, regulação climática, regulação de escoamento superficial, sequestro de carbono, sustentabilidade do turismo e benefícios sociais. Mais informações podem ser encontradas em Victor (2012).

As RBs conformam um espaço territorial único para que nele se trabalhem modelos para a proteção da biodiversidade, a informação, o conhecimento científico e o desenvolvimento sustentável. O Brasil possui uma Rede Brasileira de RBs que foi criada em São Paulo, em 1995, atuante em prol da sua conservação, que é coordenada pelo MMA. São seis as RBs brasileiras, abrangendo seus mais importantes biomas, ocupando cerca de 1.300.000 km², equivalentes a 15% do território nacional e mais da metade da soma das áreas das demais RBs da Rede Mundial. As seis RBs brasileiras são apresentadas na Figura 6.

Alguns programas e projetos de âmbito nacional ou com enfoques regionais estão dando grande contribuição no sentido de avaliar e quantificar os serviços ecossistêmicos e ambientais brasileiros. Destaca-se o Programa Biota, criado em 1999 com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), tendo por objetivo desenvolver pesquisas em caracterização, conservação e uso sustentável da biodiversidade do Estado de São Paulo. É o resultado da articulação da comunidade científica desse estado em torno das premissas preconizadas pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), assinada pelo Brasil durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Cnumad), também conhecida como Rio-92 ou ECO-92, e ratificada pelo Congresso Nacional em 1994. Esse programa criou um Sistema de Informação Ambiental (Sinbiota)², com o objetivo de integrar informações geradas pelos pesquisadores vinculados ao Programa Biota e relacioná-las a uma base cartográfica digital de qualidade, provendo, assim, mecanismos de difusão de informação sobre a biodiversidade paulista para a comunidade científica, tomadores de decisão, formuladores de políticas ambientais e educadores. Há previsão de prorrogação desse programa com apoio da Fapesp até 2020, com forte enfoque nos serviços ecossistêmicos e ambientais.

² Disponível em: <<http://sinbiota.biota.org.br>>.

500 km

- Reserva da
- Reserva da
- Reserva da
- Reserva da

Figura 6. Loc
Fonte: Rede... (2

Foram
(Pronabio) e
2002, coord
Sustentável
primeiras gr
tificar ações
promovam
divulgando
apoio financ
para o Meio



Figura 6. Localização das Reservas da Biosfera brasileiras.

Fonte: Rede... (2013).

Foram criados ainda o Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio) em 1994 e a Política Nacional da Biodiversidade (PNB) em 2002, coordenado pelo MMA. O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio) foi uma das primeiras grandes iniciativas do Pronabio. Esse projeto objetivou identificar ações prioritárias e implementá-las por meio de subprojetos que promovam parcerias entre os setores públicos e privados, gerando e divulgando informações e conhecimentos sobre a biodiversidade, tendo apoio financeiro do Global Environment Facility (GEF) – Fundo Mundial para o Meio Ambiente. O Pronabio também criou o Fundo Brasileiro para

a Biodiversidade (Funbio), que, por sua vez, é o maior fundo de biodiversidade já estabelecido em qualquer país e é o primeiro, entre os fundos de biodiversidade, a integrar completamente o setor privado, tendo apoiado a execução do Probio. Diversas publicações sobre a biodiversidade brasileira foram geradas nessa etapa e encontram-se disponíveis na página eletrônica do projeto abrigada pelo MMA.

Uma série de outros projetos, com foco em desenvolvimento rural sustentável e conservação da biodiversidade, vem sendo desenvolvidos, seja em nível de bacias hidrográficas ou outra unidade de planejamento, nos diversos biomas brasileiros, também com o apoio do GEF e do Banco Mundial. Esses projetos têm levantado uma quantidade significativa de informações sobre os recursos naturais, que certamente contribuirão para a avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos e ambientais do País.

O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) também tem contribuído significativamente para o aumento do conhecimento científico acerca dos serviços ecossistêmicos e ambientais da Amazônia, por mais de 15 anos, por meio de programas e projetos com parcerias governamentais e não governamentais, privadas e com outras entidades da sociedade civil, nacionais e internacionais. Várias publicações sobre a biodiversidade amazônica e temas correlatos encontram-se disponíveis em seu portal eletrônico³.

O setor privado também tem se organizado para atuar em prol da conservação ambiental. Em setembro de 2010, os ambientalistas Fábio Scarano e Tasso Azevedo entregaram ao governo federal uma carta-compromisso em defesa da biodiversidade, assinada por empresas privadas e organizações não governamentais (ONGs) que compõem o Movimento Empresarial pela Biodiversidade (MEB). Nessa carta eles se comprometem a adotar os princípios e seguir os objetivos da CDB e criarem mecanismos para a valoração do capital natural brasileiro.

Merece menção o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, que tem como missão articular instituições públicas e privadas, governos, empresas e proprietários, com o objetivo de integrar seus esforços e recursos para a geração de resultados em conservação da biodiversidade, geração de trabalho e renda na cadeia produtiva da restauração, manutenção, valoração e pagamento por serviços ambientais e adequação legal das atividades agropecuárias nos 17 estados do bioma. A meta do Pacto

³ Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/publications>>.

pela Restau
de hectares
por seu Coi
coletivo, en
voluntária⁴.

No q
se a atuaçã
Nature Con
Fundação S
Forest Trec
Natura – In:

Em re
no Brasil, pa
do desmata
árvores com
agrícolas co
dos recurso:
mecanismo:
Por outro la
importantes
ecossistema

Inicial
principalme
Amazônia,
e muitas de
enfocam a á
mente, a int
de incentivo

Confo
por serviços
proveem o s
tais – deven
serviço deve
global. Des
de vários at
participação

⁴ Disponível em

pela Restauração da Mata Atlântica é a restauração florestal de 15 milhões de hectares até o ano de 2050, distribuídos em planos anuais aprovados por seu Conselho de Coordenação. Trata-se de uma iniciativa de caráter coletivo, envolvendo os diversos segmentos da sociedade e a adesão é voluntária⁴.

No que tange à conservação da biodiversidade brasileira destaca-se a atuação de diversas instituições não governamentais, como The Nature Conservancy (TNC), WWF Brasil, Conservation International (CI), Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto BioAtlântica (Ibio), Vitae Civilis, Forest Trends, Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e Mater Natura – Instituto de Estudos Ambientais, dentre outras.

Em relação à manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais no Brasil, parece que a principal medida a ser tomada pelo País é a redução do desmatamento, em nome de seus reservatórios de água e da ação das árvores como neutralizador de carbono, bem como incentivo de práticas agrícolas conservacionistas. No entanto, ainda existem entraves à gestão dos recursos naturais como estratégia de mercado, como as mudanças nos mecanismos regulatórios, assim como a falta de regulação nesses setores. Por outro lado, o atual sistema jurídico está passando por transformações importantes na área de desenvolvimento, conservação e utilização dos ecossistemas.

Iniciativas no sentido de preservação ou redução do desmatamento, principalmente dos biomas mais suscetíveis ao desmatamento, como a Amazônia, a Mata Atlântica e o Cerrado no Brasil, têm sido adotadas e muitas delas estão relacionadas ao PSA. Os programas atuais de PSA enfocam a água, o carbono e a biodiversidade e relacionam-se, principalmente, a interesses públicos em abordar um problema ambiental por meio de incentivos positivos para os responsáveis pela gestão das terras.

Conforme Veiga Neto (2008), o princípio central da compensação por serviços ambientais consiste no reconhecimento de que aqueles que proveem o serviço – por exemplo, os detentores de remanescentes florestais – devem ser recompensados por isso, e aqueles que se beneficiam do serviço devem pagar por ele – nesse caso, a sociedade local, regional ou global. Destaca-se ainda que esse instrumento possibilita a participação de vários atores sociais interessados na gestão ambiental, permitindo a participação democrática, por meio de incentivos financeiros, favorecendo

⁴ Disponível em: <<http://pactomataatlantica.org.br>>.

a implementação e efetivação dos ideais buscados pelo Princípio do Protetor-Recebedor.

Exemplos nesse sentido são o Bolsa Floresta na Amazônia, o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), o Programa Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação (REDD), e a Lei Chico Mendes na Amazônia, que proporciona subsídios ao extrativismo da borracha (MATTOS; HERCOWITZ, 2011; NOVION; VALLE, 2009); todas possuem uma relação muito forte com o meio rural e, por conseguinte, com as atividades agropecuárias. Ainda destaca-se o programa do governo federal denominado Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural (Proambiente), relacionado às práticas sustentáveis exercidas pelos agricultores familiares; o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) verde ou ecológico, que compensa os municípios que possuem áreas ambientalmente protegidas e investimentos em saneamento; e, ainda em relação à preservação dos recursos hídricos, ressalta-se o Programa Produtor de Água, concebido pela ANA e parceiros em 2007⁵, que tem se expandido no País, principalmente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado – é voluntário e seu propósito principal é o controle da poluição difusa rural, dirigido prioritariamente a bacias hidrográficas de importância estratégica para o País (SANTOS et al., 2010).

Trata-se de um programa muito interessante e necessário para o País, ao se considerar que as ações prioritárias e o maior percentual dos recursos destinados aos comitês de bacias hidrográficas é para conter a poluição pontual dos recursos hídricos (esgotos domésticos e industriais) em áreas urbanas, ficando a poluição difusa, advinda principalmente do meio rural, em segundo plano. Justifica-se também pelo fato de o Brasil possuir taxas médias de erosão na faixa de 15 t ha⁻¹ ano⁻¹ a 20 t ha⁻¹ ano⁻¹. A erosão gera perdas de fertilizantes, calcário e adubo orgânico da ordem de R\$ 7,9 bilhões por ano. Considerando-se ainda o efeito da erosão na depreciação da terra e de reservatórios e outros custos de conservação de estradas e tratamento de água, o Brasil teria um prejuízo total da ordem de R\$ 13,3 bilhões por ano, segundo estimativa do GEO Brasil (2002).

Ao se falar em serviços ecossistêmicos e ambientais, bem como temas correlatos no Brasil, destacam-se algumas publicações, tais como Guedes e Seehusen (2011), May et al. (2003), May (2010), Motta (1998) e Pagiola et al. (2013), dentre outros. Relativo aos sistemas e mecanismos econômicos de incentivo à conservação ambiental, estes têm se expandido

⁵ Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/produagua/>>.

por todo o
redução da
versidade.
Limp (MD
informações
MDL, analis
como o Bra
May et al. (2

AGROI

Os ten
sociedade, e
ções vão de
pela legislaçã
os seus proc
orgânica, até
cidas pela se
ambiental. E
em relação à
dities, estand
recentes, que
para a adoçã
no desenvolv
Cnumad, as r
e negociado
Unidas sobre
em 2009; e
Brasil tem p
desafiadoras.

Segund
alvo de inúmer
sendo bandeir
movimentos
humanas e, e

por todo o mundo, principalmente na América Central, relacionados à redução da emissão de carbono e à conservação da água e da biodiversidade. Além dos PSA, têm-se os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) em relação aos créditos de carbono. Takeda (2010) fornece informações bastante atualizadas a respeito dos créditos de carbono e dos MDL, analisando as principais características desse mercado e discutindo como o Brasil pode se aproveitar das oportunidades relacionadas a ele. May et al. (2011) também contextualizam o REDD+ no Brasil.

IMPLICAÇÕES DA GESTÃO AGROPECUÁRIA NA MANUTENÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E AMBIENTAIS

Os temas ambientais estão na pauta do dia em diversos setores da sociedade, em diferentes escalas: local, regional e global. As preocupações vão desde o pequeno produtor, que se vê atualmente pressionado pela legislação a realizar a adequação ambiental de sua propriedade e tem os seus produtos mais valorizados quando se opta por uma agricultura orgânica, até as empresas públicas e privadas, que querem ser reconhecidas pela sociedade por possuírem uma marca associada a uma causa ambiental. E ainda se relacionam às exigências do mercado internacional em relação às práticas socioambientais na produção das grandes commodities, estando presentes também nas grandes conferências mundiais mais recentes, que têm sido fórum de discussão e de acordos internacionais para a adoção, por parte dos governos, de medidas mais sustentáveis no desenvolvimento econômico mundial, como os encontros do IPCC, a Cnumad, as reuniões que culminaram no Protocolo de Quioto discutido e negociado em Quioto, no Japão, em 1997; a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de Copenhague (COP15), ocorrida em 2009; e a Rio+20, no Rio de Janeiro, em 2012. Ressalta-se que o Brasil tem participado dos acordos internacionais e assumido metas desafiadoras.

Segundo Mendonça e Fernandes (2010), os bens ambientais foram alvo de inúmeras discussões a partir do início da década de 1980 no Brasil, sendo bandeira de luta inserida nas pautas de reivindicações de muitos movimentos ecológicos e sociais, os quais exigiam que as atividades humanas e, em especial, os empreendimentos econômicos precisavam

ser regulamentados e normatizados, com o objetivo de preservação da qualidade ambiental. O desenvolvimento científico e os estudos mais aprofundados nas diversas áreas da ciência permitiram que a legislação, em nível federal, estadual e municipal, aprofundasse a implantação de normas, regras e procedimentos técnicos que garantissem o uso dos recursos naturais de forma mais sustentável.

Porém, algumas delas estão sendo questionadas e bastante discutidas na sociedade brasileira na atualidade, como é o caso do Código Florestal. Contudo, a chegada do novo milênio veio associada a uma demanda social crescente pela preocupação ambiental, consolidando a capacidade das instituições de desenvolver e agregar metodologias que permitam mensurar e valorar, numa margem de confiança aceitável, alguns bens ambientais demandados pela sociedade.

No entanto, o discurso ainda encontra-se distante da prática. Alguns exemplos dos impactos da degradação ambiental na sociedade são registrados em diversas partes do mundo. Segundo Altieri (2012), 33 países estavam à beira da instabilidade social. Mais recentemente, muitos países encontram-se em recessão econômica após a crise ocorrida a partir de 2008, apresentando problemas como a dependência externa por alimentos, tendo que importá-los a preços elevados, a escassez de seus recursos naturais, e a diminuição do número de empregos e oportunidades de trabalho, dentre outras consequências socioeconômicas e ambientais. Por outro lado, nos países com elevada produção agropecuária, a visão econômica predominante ainda é imediatista, uma vez que investimentos de longo prazo poderiam assegurar um incremento na qualidade ambiental, com consequências positivas para diversos setores da sociedade, incluindo a agropecuária. Porém, a tendência tem sido os países emergentes seguirem o modelo de desenvolvimento dos países considerados desenvolvidos, que em muitos casos encontram-se na atualidade imersos em crise, como mencionado.

No Brasil, um exemplo desse processo de instalação da agropecuária sem considerar os aspectos de sustentabilidade ambiental ocorre nas áreas de avanço sobre a Amazônia, onde a agricultura promove o desflorestamento, seguido do cultivo de arroz, soja/milho e pecuária. Essa sistemática é bastante expressiva em algumas regiões, havendo modificação na sequência e no tipo de cultura. De forma geral, a pastagem é instalada quando o solo não possui capacidade de suportar o cultivo de culturas mais exigentes ambientalmente (MENDONÇA; FERNANDES, 2010).

De a
40% das p
degradação
forragem,
erosão do
baixa efici
que tem o
uso da terr

No C
e corretivo
aplicação
(2002), o u
e eficiênci
sentados p
fertilizante
cana-de-a
do Brasil,
existem ár
observa-se

De
onde o Sis
se observ
de nutrier
cultivo co
de otimiz
proprieda
tecnologia
novos inst

Em
tribuição
o SPD fo
convencio
mento do
de cultura
com cultu
provoca u
Federaça
ocupada

De acordo com Costa et al. (2012), na região Amazônica cerca de 40% das pastagens cultivadas se encontram em estágios avançados de degradação, os quais se manifestam pela pequena disponibilidade de forragem, dominância de plantas invasoras, pouca cobertura vegetal e erosão do solo. A degradação da pastagem tem sido a principal causa da baixa eficiência biológica dos sistemas tropicais de produção animal, o que tem ocasionado uma imagem negativa da pecuária como sistema de uso da terra.

No Cerrado brasileiro, destaca-se a utilização intensiva de adubação e corretivos do solo, visando ao aumento da produtividade. No entanto, a aplicação de nutrientes nas culturas ainda não é adequada. Para Cassman (2002), o uso de insumos na agricultura depende de fatores como demanda e eficiência para aplicação, além da logística de distribuição. Dados apresentados pela FAO (2006) revelam que as culturas que mais utilizaram fertilizantes no Brasil nessa época foram a soja (24%), o milho (23%) e a cana-de-açúcar (21%), seguida pelas demais culturas. Em diversas regiões do Brasil, podem ser observados grandes contrastes onde, por um lado, existem áreas de extrema carência por esses nutrientes e, por outro lado, observa-se a aplicação intensiva de corretivos e fertilizantes (FAO, 2006).

De acordo com Bernardi et al. (2003), em sistemas de produção onde o Sistema de Plantio Direto (SPD) é praticado, por exemplo, pode-se observar uma elevada eficiência de até 100% no aproveitamento de nutrientes do solo, como o potássio, se comparado aos sistemas de cultivo convencionais, que envolvem gradagens e aração. Outra forma de otimização da aplicação de insumos agrícolas é o conhecimento das propriedades dos solos, identificando zonas de manejo, por meio de tecnologias da agricultura de precisão, assim como o desenvolvimento de novos insumos agrícolas de maior eficiência agroambiental.

Em termos de práticas agrícolas de conservação do solo e contribuição para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais, o SPD foi uma verdadeira revolução no Brasil, em relação ao sistema convencional. Sendo praticado de forma adequada, ele elimina o revolvimento do solo e promove maior agrobiodiversidade, por meio da rotação de culturas e de diferentes usos da terra, além de manter o solo coberto com culturas em crescimento ou com resíduos vegetais (palhada), o que provoca um incremento no teor de matéria orgânica do solo. Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (APDC), no Brasil a área ocupada com culturas anuais (especialmente grãos), onde houve a adoção

total ou parcial do SPD, era estimada em 25,5 milhões de hectares no ano agrícola 2005/2006, dos quais 38% eram no Bioma Cerrado (ANDRADE et al., 2010).

Dessa forma, percebe-se que a comunidade científica tem procurado responder às demandas e preocupações sociais com a produção de conhecimento e tecnologias, visando a melhorar o manejo e o uso do solo e da água na agropecuária. Contudo, as ações práticas são tímidas frente à grande necessidade de conter o processo de degradação dos recursos naturais. Nesse contexto, além do SPD, ganham força medidas como a expansão da adoção de sistemas de integração pecuária-lavoura-floresta (IPLF), sistemas agroecológicos, sistemas agroflorestais (SAF) e sistemas orgânicos, dentre outros. Nesses sistemas, busca-se a preservação da biodiversidade local e regional, de forma a atender à demanda de serviços ecossistêmicos e ambientais pela atividade agropecuária (MENDONÇA; FERNANDES, 2010).

Ressalta-se ainda que é preciso investir na transferência do conhecimento e das tecnologias, uma vez que a extensão rural no País é deficitária, assim como permitir e incentivar a participação dos produtores rurais na definição de prioridades em termos de investimentos e pesquisas no setor rural. Por exemplo, uma experimentação em SAFs foi proposta, a partir de diagnóstico rural participativo na região da Zona da Mata mineira, com o envolvimento de diversos setores da sociedade – universidades, assistências técnicas de extensão rural (Aters), prefeituras, ONGs e outros. Trata-se de região de solos pobres e de relevo declivoso, onde os produtores rurais procuravam soluções para problemas relacionados à agropecuária (predominantemente café e pecuária), como o enfraquecimento das terras. Os resultados da experiência ocorrida em 2003 e 2004, em especial com o SAF em café, foram sistematizados também com a participação dos produtores rurais e concluiu-se que o conhecimento dos agricultores e sua autonomia no desenho e no manejo geraram grande diversidade de espécies nos SAFs. De forma resumida, essa experimentação gerou uma consciência profundamente agroecológica nos produtores rurais envolvidos, manifestada em práticas como: redução/eliminação da capina; manutenção de algumas espécies arbóreas espontâneas, mesmo em lavouras de café em monocultivo; preocupação com quantidade e qualidade de água na propriedade; abandono do uso de agrotóxicos e do fogo; e dar importância à cobertura do solo para manutenção de matéria orgânica, dentre outras (CARDOSO et al., 2010).

E
biomas
ambien
agrope
InPaC-5
Qualida
capaz d
extensio
híbrido
de uso

C
viços ec
escala,
nados à
produçã
rurais, a
proprie
atividad

Pe
prazo, e
aqueles
seria a u
capítulo
econôm

N
grama d
concebi
setor ag
se trata
de execu
seriam n
et al., 20

En
produtor
na melh
sendo es
solo e d
sépticas

Experiência interessante, que pode ser reproduzida nos diferentes biomas brasileiros em prol da avaliação de serviços ecossistêmicos e ambientais e aumento da percepção ambiental e melhoria da gestão da agropecuária, também é retratada no livro recentemente lançado intitulado *InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimento sobre Indicadores de Qualidade do Solo* (BARRIOS et al., 2012). É apresentada metodologia capaz de integrar os saberes sobre qualidade do solo dos pesquisadores, extensionistas e produtores rurais, gerando uma base de conhecimento híbrido que promova a transferência e adoção de tecnologias sustentáveis de uso e manejo das terras.

Contudo, para assegurar a geração e o provimento contínuo dos serviços ecossistêmicos e ambientais nas áreas rurais, independentemente da escala, é preciso incluir nos custos de produção agropecuária os relacionados às práticas ambientais, necessárias à sustentabilidade do sistema de produção desenvolvido. Mas, principalmente para pequenos produtores rurais, arcar com os custos relacionados à preservação ambiental na sua propriedade torna-se difícil, visto que o percentual de lucro de algumas atividades agropecuárias, em sistema familiar de produção, é ainda baixo.

Pensando em alternativas e investimentos com retorno em curto prazo, é preciso fazer uso de instrumentos que permitam compensar aqueles que atuam em prol da preservação ambiental e um caminho seria a utilização de instrumentos econômicos, a serem aprofundados no capítulo posterior deste livro. Um exemplo desse tipo de compensação econômica é o PSA, já descrito sucintamente neste capítulo.

No caso do Programa Produtor de Água, que se trata de um programa de PSA brasileiro relacionado à preservação dos recursos hídricos concebido pela ANA, há um reconhecimento do potencial e estímulo ao setor agrícola para produção de serviços ambientais, na certeza de que se trata de uma ação difusa, a qual o Estado dificilmente teria condições de executar de forma holística e, mesmo que isso fosse possível, os custos seriam muito maiores em função desse mesmo caráter difuso (SANTOS et al., 2010).

Em relação às práticas agropecuárias exigidas pelo Programa ao produtor rural que aderir ao mesmo, o foco está na redução da erosão, na melhoria da qualidade da água e no aumento das vazões dos rios, sendo estas práticas edáficas, mecânicas e vegetativas de conservação do solo e da água, readequação das estradas vicinais e construção de fossas sépticas nas propriedades rurais. Dentre as ações elegíveis, pode-se citar

a construção de terraços e barraginhas, a proteção de nascentes, a recuperação das matas ciliares e a vegetação dos topos de morro (SANTOS et al., 2010).

O Programa é flexível quanto aos manejos e práticas conservacionistas. Entretanto, essas práticas deverão aportar, de forma comprovada, benefícios ambientais ao manancial de interesse. Esses benefícios incluem o abatimento da sedimentação e da turbidez da água e o aumento da infiltração de água no solo. Os pagamentos serão feitos durante ou após a implantação de um projeto específico, previamente aprovado e dependerão da realização das práticas acordadas, independentemente de sua eficácia de aumento da infiltração de água e do abatimento da poluição difusa. Para tanto, contratos são celebrados entre os agentes financiadores e os produtores participantes.

Um dos principais critérios para a seleção das sub-bacias, onde ocorrerão as intervenções ou práticas conservacionistas, é situar-se na região definida pelo Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica em questão e serem consideradas como áreas prioritárias para assegurar o provimento de água para uma determinada população. Esse programa inova ao sair da situação comum do repasse de recursos para a execução de ações ou obras em propriedades públicas ou particulares de interesse público, e inaugura uma nova era na qual os pagamentos são feitos pelos serviços ambientais comprovadamente prestados e com efetiva participação da sociedade (SANTOS et al., 2010).

As iniciativas de PSA Hídricos no Brasil vêm se multiplicando. Em estudo realizado por Guedes e Seehusen (2011) foram identificadas aproximadamente 40 iniciativas de PSA somente no Bioma Mata Atlântica. Pagliola et al. (2013) descrevem os principais PSA existentes no Brasil. No caso dos PSA Hídricos, o primeiro deles teve início em 2007 no Município de Extrema, MG, e, desde então, por meio da criação de leis, da implantação de políticas de PSA em comitês de bacias, da criação de programas estaduais, de iniciativas de pagamento voluntário e outras diversas, mais projetos têm surgido e contribuído para a valorização do papel dos produtores rurais na geração e manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais, principalmente em áreas de manancial de abastecimento público.

Dessa forma, nota-se que existem muitas alternativas viáveis para a incorporação de práticas agrícolas sustentáveis na gestão agropecuária. Conseqüentemente, seriam assegurados os principais serviços ecossistêmicos e ambientais dos diferentes biomas brasileiros. Para tal, é preciso

aliar os diversos
somente terá
maior produçã
como foco a
efetivamente
públicas do P

Merece
denominado
que concede
práticas agríc
tema de ILPF,
a SPD, fixaçã
plântio de flo

A partir
dos Serviços
no presente c

- O c
sinô
auto
naln
no E
prin
- Muí
a av
prec
com
sária
pres
- Nãc
serv
valc
sas
indi
con

aliar os diversos setores da sociedade em prol desse objetivo, pois o Brasil somente terá condições de se manter na posição de um dos países de maior produção agropecuária do mundo se perceber e tomar rapidamente como foco a sustentabilidade acima da geração de divisas, incluindo efetivamente metas de redução da degradação ambiental nas políticas públicas do País, além dos acordos nos fóruns mundiais.

Merece destaque, nesse sentido, o programa do governo federal denominado de Agricultura de Baixo Carbono (ABC), criado em 2010, que concede benefícios e créditos para os agricultores que querem adotar práticas agrícolas sustentáveis na propriedade. Além do incentivo ao sistema de ILPF, o Programa ABC também incentiva iniciativas relacionadas a SPD, fixação biológica de nitrogênio, recuperação de áreas degradadas, plantio de florestas e tratamento de resíduos animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações e dados levantados e apresentados acerca dos Serviços Ecossistêmicos e Ambientais, dentre outros temas correlatos, no presente capítulo conclui-se que:

- O conceito de serviços ambientais é tratado muitas vezes como sinônimo de serviços ecossistêmicos ou de forma similar, mas há autores que os diferenciam, e o termo mais utilizado internacionalmente tem sido serviços ecossistêmicos nos últimos anos. Mas, no Brasil, o termo serviços ambientais tem sido muito utilizado, principalmente pelos tomadores de decisão.
- Muitas metodologias na atualidade estão sendo utilizadas para a avaliação de serviços ecossistêmicos e ambientais; contudo, é preciso que se estabeleçam indicadores comuns que permitam comparar os resultados de diferentes regiões. Também são necessárias adaptações locais, em busca de se medir o real impacto das pressões antrópicas sobre os serviços ecossistêmicos e ambientais.
- Não há ainda um consenso entre pesquisadores que avaliaram os serviços ecossistêmicos e ambientais sobre a sua quantificação e valoração, uma vez que estes são bastante complexos e as pesquisas precisam ser de longo prazo, fazendo uso do monitoramento de indicadores sensíveis às pressões. Contudo, já se chegou a algumas conclusões sobre a sua importância para o bem-estar humano.

- Para uma gestão agropecuária com vistas a assegurar o provimento dos serviços ecossistêmicos e ambientais, é necessária a incorporação de práticas agropecuárias mais sustentáveis na propriedade, adotando-se novos métodos e tecnologias que reduzam o impacto dos principais sistemas de produção nos recursos naturais. Para tal, é preciso incentivos econômicos e de outras naturezas àqueles produtores que investirem na conservação do meio ambiente. Destacam-se nesse caso os Pagamentos por Serviços Ambientais, como é o caso do Programa Produtor de Água, voltado à conservação dos recursos hídricos no Brasil. O acompanhamento dos impactos desses programas na geração e manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais também é importante para demonstrar a sua real eficácia.

REFERÊNCIAS

- ALTIERE, M. A. A falência de um modelo: sistema alimentar na era pós-petroléira. 2007. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/index.php/2008/04/30/a-falencia-de-um-modelo-sistema-alimentar-na-era-pos-petroléira-artigo-de-miguel-altieri/>>. Acesso em: 3 mar. 2012.
- ANDRADE, A. G.; FREITAS, P. L.; LANDERS, J. Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2010. p. 25-52.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2009. (Texto para Discussão. IE/Unicamp n. 155).
- BAKKES, J. A.; BOSCH, P. R. (Ed.). **Background report to the OECD Environmental Outlook to 2030: Overviews, details and methodology of model-based analysis**. Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency; Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2008. 184 p. (MNP Report 500113001/2008).
- BARRIOS, E.; COUTINHO, H. L. C.; MEDEIROS, C. A. B. **InPaC-S: integração participativa de conhecimentos sobre indicadores de qualidade do solo: guia metodológico**. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF): Embrapa, Ciat, 2011. 178 p.
- BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.;

MADARI, B.
plantio direto

BORMANN,
in northern h
p. 660-669,

BROOKS, K.
and the man
392 p.

CARDOSO,
In: FERREIR/
Indicadores
Horizonte: E

CASSMAN,
efficiency ar

COSTA, N. I.
R. G. A.; MC
REDVET: Re
www.veterir

COSTANZA
Conservatio

COSTANZA
and sustaina
dependence

DAILY, G. C.
Washington,

DE GROOT
conflicts in p
Urban Plan

DE GROOT
classification
Ecological E

DE GROOT
economics.

DE GROOT
planning, m
1992. 345 p

MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p.

BORMANN, F. H.; LIKENS, G. E. Catastrophic disturbance and the steady-state in northern hardwood forests, **American Scientist**, New Haven, v. 67, n. 6, p. 660-669, 1979.

BROOKS, K. N.; FFOLIOTT, P. F.; GREGERSEN, H. M.; THAMES, J. L. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames, Iowa: State University Press, 1991. 392 p.

CARDOSO, I. M.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S. Indicadores de biodiversidade. In: FERREIRA, J. M. L.; ALVARENGA, A. P.; SANTANA, D. P.; VILELA, M. R. **Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola**. Belo Horizonte: Epamig. 2010. p. 231-258.

CASSMAN, K.; DOBERMANN, A.; WALTERS, D. T. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency and nitrogen management. **Ambio**, Stockholm, v. 31, p.132-140, 2002.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A.; MOCHIUTTI, S. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **REDVET**: Revista Eletrônica de Veterinária, Málaga, 2006. Disponível em <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

COSTANZA, R.; DALY, H. Natural capital and sustainable development. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 6, p. 37-46, 1992.

COSTANZA, R.; FOLKE, C. Valuing Ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals. In: DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997. p. 49-70.

DAILY, G. C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997. 392 p.

DE GROOT R. S. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multifunctional landscapes, **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 75, n. 3-4, p. 175-186, 2006.

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**, New York, v. 41, p. 393-408, 2002.

DE GROOT, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, Philadelphia, v. 7, p. 105-109, 1987.

DE GROOT, R. S. **Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making**. Groningen: Wolters-Noordhoff BV, 1992. 345 p.

- DE GROOT, R. S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 260-272, 2010.
- DEE, N.; BAKER, J.; DROBNY, N.; DUKE, K.; WHITMAN, I.; FAHRINGER, D. An environmental evaluation system for water resource planning. **Water Resources Research**, Washington, DC, n. 9, p. 523-535, 1973.
- DÍAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN, F. S. I.; TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLoS Biology**, [S.l.], v. 4, p. 1300-1305, 2006.
- DITT, E. H.; MOURATO, S.; GHAZUL, J.; KIGHT, J.; Forest conversion and provision of ecosystem services in the Brazilian Atlantic Forest. **Land Degradation & Development**, West Sussex, v. 21, p. 591-603, 2010.
- DOMINATI, E.; PATTERSON, M.; MACKAY, A. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. **Ecological Economics**, New York, v. 69, p. 1858-1868, 2010.
- EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. **Population, resources, environment: issues in human ecology**. 2. ed. San Francisco: W. H. Freeman, 1970. 383 p.
- EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H.; HOLDREN, J. P. **Ecoscience: population, resources, environment**. San Francisco: W.H. Freeman, 1977.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fertilizer use by crop**. Rome: FAO: IFA: IFDC. 2006. 108 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of Food and Agriculture: paying farmers for environmental services**. Rome: FAO, 2007. 240 p. (FAO Agriculture. Series, 38).
- FISHER B.; TURNER R. K. Ecosystem services: classification for valuation. **Biological conservation**, Essex, v. 141, p. 1167-1169. 2008.
- FISHER, B.; COSTANZA, R.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, New York, v. 68, p. 643-653, 2009.
- GEO Brasil. **Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: Ibama, 2002. 447 p.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R. Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. **Ecosistemas**, Madrid, v. 16, n. 3, p. 4-14, 2007.
- GUEDES, F. B; SEEHUSEN, S. E. (Ed.). **Pagamento por serviços ambientais na mata atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília, DF: MMA, 2011.
- HAINES-YC
of Ecosyste
Agency and
University of
envaccount
- HEAL, G. V
2000.
- HEIN, L.; K
stakeholder
York, v. 57,
- HELLIWELL
p. 41-49, 19
- HERMANN
regarding la
Müncheber
- HUETING,
concept of e
York, n. 25,
- INSTITUTE
do Institute
com/>. Ace
- ISBELL, F.; C
P. B.; SCHER
WEIGELT, A
needed to m
2011.
- KING, R. T.
- LIMBURG, H
special issue
- MAGALHÃE
e perspectiv
Bertrand Bra
- MATTOS, L.
Brasília, DF:
- MAY, P. H. (C
Janeiro: Elsev

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, MARION. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update**. Nottingham: European Environment Agency and Centre for Environmental Management-School of Geography, University of Nottingham. 2011. 14 p. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaLES/egm/Issue8a.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

HEAL, G. Valuing ecosystem services. **Ecosystems**, Amsterdam, v. 3, n. 1, p. 24-30, 2000.

HEIN, L.; KOPPEN, K. van; DE GROOT, R. S.; IERLAND, E. C. van. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. **Ecological Economics**, New York, v. 57, n. 2, p. 209-228, 2006.

HELLIWELL, D. R. Valuation of wildlife resources. **Regional Studies**, Cambridge, 3, p. 41-49, 1969.

HERMANN, A.; SCHLEIFER, S.; WRBK, T. The concept of ecosystem services regarding landscape Research: a review. **Living Reviews in Landscape Research**, Müncheberg, v. 5, p. 1-37, 2011.

HUETING, R.; REIJNDERS, L. de; BOER, B.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, New York, n. 25, p. 31-35, 1998.

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI Web of Science**. Base de dados do Institute for Scientific Information. Disponível em: <apps.webofknowledge.com/>. Acesso em: 23 jul. 2012.

ISELL, F.; CALCAGNO, V.; HECTOR, A.; CONNOLLY, J.; HARPOLE, W. S.; REICH, P. B.; SCHERER-LORENZEN, M.; SCHMID, B.; TILMAN, D.; RUIJVEN, J. van; WEIGELT, A.; WILSEY, B. J.; ZAVALA, E. S.; LOREAU, M. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. **Nature**, London, n. 477 (7363), p. 199-202, 2011.

KING, R. T. Wildlife and man. **Conservationist**, Ithaca, v. 20, n. 6, p. 8-11, 1966.

LIMBURG, K. E.; FOLKE, C. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. **Ecological Economics**, New York, n. 29, p. 179-182, 1999.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688 p.

MATTOS, L.; HERCOWITZ, M. **Economia do meio ambiente e serviços ambientais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 294 p.

MAY, P. H. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 379 p.

MAY, P. H.; LUSTOSA, JUNQUEIRA, M. C.; VINHA, V. G. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318 p.

MAY, P. H.; MILLIKAN, B.; GEBARA, M. F. **The Context of REDD+ in Brazil: Brazil Country Profile**. 2. ed. Bogor: International Center for Forestry Research 2011. 69 p.

MCGILL UNIVERSITY. Biodiversity critical for maintaining multiple 'ecosystem services'. **Science Daily**. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110819155422.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

MCNEILL, J. R.; MCNEILL, W. H. **The human web: a bird's-eye view of world history**. New York: Norton & Company, 2003. 350 p.

MENDONÇA, E. S.; FERNANDES, R. B. A. Manejo e conservação de solos no contexto dos serviços ambientais. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 255-277.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. MEA. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. MEA. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Island Press. Washington, DC: Island Press 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Org.). **Iniciativa latino-americana e caribenha para o desenvolvimento sustentável - ILAC: indicadores de acompanhamento**. Brasília, DF: MMA, 2007.

MONTES, C.; SALA, O. La evaluación de los ecosistemas del milenio: las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. **Ecosistemas**, [Bogotá], v. 16, n. 3, p. 137-147, 2007.

MOONEY, H. A.; CROPPER, A.; REID, W. The Millennium ecosystem assessment: what is it all about? **Trends in Ecology and Evolution**. Amsterdam, n. 19, p. 221-224, 2004.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, DF: MMA, 1998. 242 p.

NELSON, E.; MONOZA, G.; REGETZ, J.; POLASKY, S.; TALLIS, J.; CAMERON, D.R.; CHAN, K. M. A.; DAILY, G. C.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. M.; LONSDORF, E.; NAIDOO, R.; RICKETTS, T. H.; SHAW, M. R. Modelling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scale. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 7, n. 1, p. 4-11, 2009

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.; MET
WATSO
services
p. 1365-

NOVIO
comper
n. 10)

PAGIOL
por serv
336 p.

PAGIOL
ecossist
Rio de J

PRADO
dos serv
MANEJ
Lages, S

REDE br
rbma.or

ROUNTS
framew
Biodiver

SALA, C
R.; HUB
R.; LOD
WALKEI
2100. Sc

SANTO:
na agric
A. P.; At
mudang

SCHERF
future e
experier
on Envir

SEPPELT
quantita
road ahe

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**, Oxford, v. 46, n. 6, p. 1365-2664, 2009.

NOVION, H.; VALLE, R. **É pagando que se preserva?** Subsídios para políticas de compensação por serviços ambientais. São Paulo: ISA, 2009. 343 p. (Documentos, n. 10)

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, 2013. 336 p.

PAGIOLA, S.; BISHOP, J.; LANDELL-MILLS, N. **Mercado para serviços ecossistêmicos: instrumentos econômicos para a conservação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Rebraf, 2005.

PRADO, R. B. Pesquisas e iniciativas relacionadas à avaliação e manutenção dos serviços ambientais: estado da arte no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 19., 2012, Lages, SC. **Anais...** Lages, SC: 2012.

REDE brasileira da reserva da biosfera - RBRB. 2013. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/mab/unesco_02_rbrb.asp>. Acesso em: 15 jul. 2013.

ROUNSEVELL, M. D. A.; DAWSON, T. P.; HARRISON, P. A. A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 19, n. 10, p. 2823-2842, 2010.

SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, L.; T. SYKES, M.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, Washington, DC, n. 287, p.1770-1774. 2000.

SANTOS, D. G.; DOMINGUES, A. F.; GISLER, C. V. T. Gestão de recursos hídricos na agricultura: O Programa Produtor de Água. In: In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Embrapa Solos: Rio de Janeiro, 2010. p. 353-376.

SCHERR, S. J.; BENNETT, M. T.; LOUGHNEY, M.; CANBY, K. **Developing future ecosystem service payment in China: lessons learned from international experience**. a report prepared for the China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED). China: Forest Trens, 2006.

SEPPELT, R.; DORMANN, C. F.; EPPINK, F. V.; LAUTENBACH, S.; SCHMIDT, S. A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 48, p. 630-636, 2011.

STOKSTAD, E. Taking the pulse of earth's life-support systems. **Science**, Washington, DC, n. 308, p. 41-43, 2005.

TAKEDA, T. O. **Créditos de carbono**: implementação de mecanismos de desenvolvimento limpo. Disponível em: <<http://www.ambito-juridico.com.br>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

THE ECONOMICS of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations (TEEB). London: Earthscan, 2010.

TURETTA, A.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Serviços ambientais no Brasil: do conceito à prática. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 239-253.

TURNER, R. K.; PAAVOLA, J.; COOPER, P.; FARBER, S.; JESSAMY, V.; GEORGIU, S. Valuing nature: lessons learned and future research directions. **Ecological Economics**, New York, v. 46, n. 3, p. 493-510, 2003.

VEIGA NETO, F. C. D. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil**. 2008. 286 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Seropédica.

VEIGA NETO, F. C.; MAY, P. H.; VIVAN, J. L. Marco referencial para serviços ambientais: reflexões sobre a prática. In: FERREIRA, J. M. L.; ALVARENGA, A. P.; SANTANA, D. P.; VILELA, M. R. **Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola**. Belo Horizonte: Epamig, 2010. p. 259-284.

VICTOR, R. A. B. M. **São Paulo green belt summary report. application of the biosphere reserve concept to urban areas**: the case of the São Paulo. Disponível em <<http://www.maweb.org/en/SGA.Brazil.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

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

WESTMAN, W. E. How much are nature services worth. **Science**, Washington, DC, n. 197 (4307), p. 960-964, 1977.

WILSON, M. A.; CARPENTER, S. R. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. **Ecological Applications**, Tempe, v. 9, n. 3, p. 772-783, 1999.

WORLD WILDLIFE FUND – WWF. **Payments for environmental services**: an equitable approach for reducing poverty and conserving nature. Switzerland. 2006. 20 p. Disponível em: <http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_resources/?73340>. Acesso em: 21 jan. 2010.