

7

Instrumentos de apoio aos programas de PSA hídricos do Brasil

Rachel Bardy Prado

Pesquisadora da Embrapa Solos

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo

Pesquisadora da Embrapa Solos

Ana Paula Dias Turetta

Pesquisadora da Embrapa Solos

Azeneth Eufrausino Schuler

Pesquisadora da Embrapa Solos

Heitor Luiz da Costa Coutinho (*in memorian*)

Pesquisador da Embrapa Solos

Alba Leonor da Silva Martins

Pesquisadora da Embrapa Solos

Anita Diederichsen

Líder global de restauração de paisagens florestais do WWF

João Guimarães

Diretor da Aquaflora Meio Ambiente



Introdução

A demanda humana pelos serviços ecossistêmicos (água, alimentos, fibras, energia, biodiversidade, regulação do clima e outros) vem crescendo rapidamente, ultrapassando em muitos casos a capacidade dos ecossistemas de fornecê-los (MEA, 2005). Dessa forma, as pressões antrópicas, principalmente a dinâmica de uso e cobertura da terra, têm exercido grandes impactos sobre os serviços ecossistêmicos (ROUNSEVELL *et al.*, 2010).

Os serviços ecossistêmicos são definidos como os serviços e benefícios que os ecossistemas prestam ao homem e podem ser classificados como serviços de regulação (como regulação climática, controle de erosão, purificação e regulação do fluxo de água, regulação de doenças humanas e pragas na agricultura, polinização e mitigação de danos naturais), serviços de provisão (que incluem os produtos obtidos diretamente dos ecossistemas naturais ou pela agropecuária 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), serviços de suporte (produção primária, a produção de oxigênio atmosférico, a formação e retenção de solo, a ciclagem de nutrientes, a ciclagem da água e a provisão de habitat) e serviços culturais (incluem a diversidade cultural, valores religiosos e espirituais, geração de conhecimento, valores educacionais e estéticos, dentre outros) (MEA, 2005).

Alguns autores consideram os termos serviços ecossistêmicos e serviços ambientais como sinônimos, mas outros preferem diferenciá-los. Para Muradian *et al.* (2010), os serviços ambientais podem ser entendidos como “os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas”. Portanto, são aqueles serviços advindos de ações antrópicas com foco na conservação ambiental, assegurando a provisão dos serviços ecossistêmicos, sendo que no meio rural há muitas oportunidades e formas de realizá-las. Ferraz *et al.* (2019) apresentam o estado da arte dos serviços ambientais e ecossistêmicos no Brasil e aspectos relacionados à agricultura.

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). Também WWF (2006) aborda os reflexos dos PSA para a redução da pobreza.

Muitos são os sinais de degradação ambiental ao longo das últimas décadas como, por exemplo, o desmatamento de extensas áreas, a poluição e o assoreamento dos corpos hídricos, a ocupação de terras inaptas, a exploração excessiva dos recursos naturais como matéria-prima, a extinção de diversas espécies, dentre outros. Muitos dos impactos negativos advêm das alterações no uso e cobertura da terra ou manejo inadequado na agropecuária (FERREIRA *et al.*, 2014; LAPOLA *et al.*, 2014).

Nesse sentido, conciliar produção agropecuária com sustentabilidade ambiental parece ser a chave para o desenvolvimento rural. E, parece justo que produtores que adotem práticas conservacionistas em suas propriedades possam ser recompensados por aqueles que usufruem dos benefícios gerados (STALLMAN, 2011; FERREIRA *et al.*, 2012).

Dessa forma, surge a demanda por instrumentos de compensação, seja financeira ou outra forma (isenção de impostos, linhas de crédito com foco na conservação ambiental, investimento em infraestrutura, acesso a novas tecnologias, capacitação técnica, certificação de produtos, agregação de valor e outros). Dentre eles, destacam-se no Brasil os programas e projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

O PSA é um instrumento econômico designado a outorgar incentivos aos usuários das terras por adotarem melhores práticas de manejo do solo que possam resultar em uma prestação de serviços contínuos e de melhor qualidade, em benefício de um usuário específico ou da sociedade como um todo (FAO, 2007).

A ONG Forest Trends elaborou uma matriz mundial sobre investimentos em compensação por serviços ambientais. No Panorama Global os investimentos são da ordem de US\$ 400-500 milhões incluindo os serviços relacionados à água, carbono e biodiversidade. A China já investiu US\$24 milhões em PSA com foco na água, sendo o país mais promissor. E ainda, há previsões de investimentos em torno de US\$9,5 bilhões mundialmente nos próximos anos em PSA hídrico. No caso da biodiversidade a previsão é de US\$125 milhões em investimentos (FOREST TRENDS, 2012). Em Pagiola *et al.* (2005) pode-se encontrar um panorama global sobre os PSA. Diversos autores brasileiros também têm discutido o potencial e limitações da utilização dos instrumentos econômicos para assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos (MAY, 2010; ROMEIRO; MAIA, 2011; MATTOS; HERCOWITZ, 2011; YOUNG; BAKKER, 2015; COUDEL *et al.*, 2015).

No Brasil podem-se citar os PSA com foco na água, ressaltando o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Água (ANA) e parceiros, iniciado em 2007. Os PSA com foco na conservação da água têm-se expandido no país, principalmente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, contando atualmente com mais de 50 projetos implantados que se encontram em diversos estágios de atuação (PRADO *et al.*, 2019). É voluntário e seu propósito principal é o controle da poluição difusa rural, sendo dirigido prioritariamente a bacias hidrográficas de importância estratégica para o país em relação à demanda hídrica (SANTOS *et al.*, 2010, PAGIOLA *et al.*, 2013).

Guedes e Seehusen (2011) e Pagiola *et al.* (2013) apresentam um panorama mais detalhado dos PSA no bioma Mata Atlântica para todo o Brasil. Contudo muitas publicações sobre o tema têm surgido com diferentes enfoques no âmbito local, regional ou nacional.

Um dos grandes desafios identificados nessas publicações é uma linha de base em relação ao estado ou situação de degradação dos serviços ambientais e posterior implantação de um monitoramento capaz de medir os impactos das intervenções de restauração e

conservação realizadas, bem como a organização e disseminação da informação.

Assim sendo, em 2011, pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), aprovaram um projeto intitulado: “*Fortalecimento do conhecimento, organização da informação e elaboração de instrumentos de apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos no meio rural (PSA Hídrico)*.” Além de parceiros de várias unidades da Embrapa, participam do projeto, parceiros externos como a Agência Nacional de Águas (ANA), The Nature Conservancy (TNC) e o Grupo Fundação Boticário. O projeto teve como principais resultados o nivelamento conceitual e a troca de experiências entre pesquisadores no tema em questão; organização da informação e elaboração de base de dados; descrição e mapeamento dos PSA Hídricos no Brasil; ranqueamento de indicadores socioeconômicos e ambientais; consolidação de metodologias para apoiar a implantação e monitoramento dos PSA Hídricos; e elaboração de publicação em linguagem acessível para a transferência dos resultados aos tomadores de decisão (FIDALGO *et al.*, 2017).

A partir da interação e troca de experiências deste grupo com outros grupos que atuam no tema em todos os biomas brasileiros, em 2014 foi criada uma rede de projetos intitulada Portifólio de Serviços Ambientais.

O presente capítulo pretende apresentar a importância de ferramentas e métodos para apoiar os PSA hídricos no Brasil e assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais e, por conseguinte, o bem-estar humano.

Aspectos relacionados à organização da informação, elaboração e disponibilização de base de dados

Segundo o Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), as informações disponíveis para avaliar as consequências das alterações de diversas naturezas nos serviços ecossistemas e o seu reflexo no bem-estar humano, são relativamente restritas. Muitos serviços dos ecossistemas não foram ainda avaliados. No Brasil esta situação não é diferente, há escassez de informação relacionada aos serviços ambientais nos diferentes biomas, organizada em bases de dados e disponibilizadas.

Entretanto, apesar do tema Serviços Ecossistêmicos ou Ambientais ser ainda recente no Brasil, 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. 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, 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. O Quadro 1 sintetiza alguns tipos de informações relacionadas aos recursos naturais, organizadas e disponibilizadas no âmbito nacional, sendo bons exemplos institucionais. Em Prado (2014) pode-se obter o estado da arte das pesquisas e iniciativas relacionadas à avaliação e manutenção dos serviços ambientais no Brasil, e a Lei nº 12.527 (BRASIL, 2011), que versa sobre o acesso à informação pública também vem a contribuir nesse sentido.

Alguns programas e projetos de âmbito nacional ou com enfoques regionais têm oferecido grande contribuição para avaliar e quantificar os serviços ecossistêmicos e ambientais brasileiros, organizando e disponibilizando as informações para a sociedade. Destaca-se o Programa Biota, criado em 1999 com apoio da Fundação de Amparo do Estado de São Paulo (FAPESP), tendo por objetivo desenvolver pesquisas em caracterização, conservação e uso sustentável da biodiversidade do Estado de São Paulo, organizando e disponibilizando as informações levantadas.

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 e outras entidades da sociedade civil, nacionais e internacionais. Uma iniciativa com forte participação do IPAM que merece destaque é o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA) com 156 projetos de pesquisa desenvolvidos por 281 instituições nacionais e estrangeiras. Em 2007 o LBA tornou-se um programa de governo, renovando a agenda de pesquisas iniciada em 1998, antes mantido por cooperação internacional.

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 com foco na sustentabilidade no meio rural, apontando para uma tendência na evolução do tema na Empresa, juntamente de seus parceiros nacionais e internacionais. Muitos destes projetos têm tido iniciativas de nivelamento dos conceitos, troca de experiências e capacitação no tema Serviços Ambientais e Ecossistêmicos. Destaca-se nesse contexto o projeto intitulado: *“Fortalecimento do conhecimento, organização da informação e elaboração de instrumentos de apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos no meio rural (Projeto PSA Hídrico)”*, cujo objetivo foi de fortalecer o conhecimento, organizar as informações e elaborar instrumentos de suporte aos programas de remuneração pela geração de serviços ambientais com foco na conservação dos recursos hídricos no meio rural.



Quadro 1. Exemplos de 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 (IBAMA) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) (http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/perda-da-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, dentre 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)	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 (2014).

Por meio da integração dos diferentes grupos de pesquisa da Embrapa e parceiros em torno do tema em questão surgiu em 2014 a rede de projetos intitulada: *“Portifólio Serviços Ambientais na Paisagem Rural – Portifólio SA”* cujo objetivo é desenvolver conhecimento e

ferramentas para subsidiar ações e políticas de restauração, manutenção e ampliação dos serviços ambientais e fortalecer sistemas de produção com base sustentável em paisagens rurais (PRADO *et al.*, 2015).

No âmbito do projecto PSA Hídrico, um dos instrumentos elaborados foi uma base de dados contendo publicações relativas a diversas iniciativas em Serviços Ambientais e Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil e internacionalmente. Esta base conta com mais de 300 registros organizados no programa End Note[®]. Contudo, outras ferramentas foram desenvolvidas no âmbito do projeto, que serão apresentados na sequência.

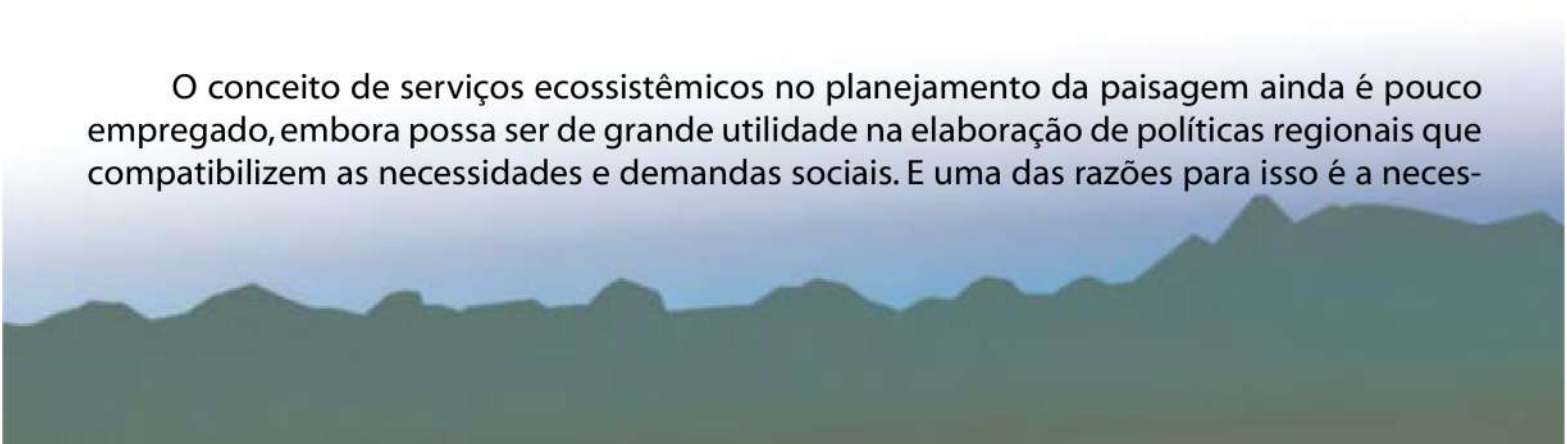
Aspectos relacionados à descrição e mapeamento dos PSA hídricos

No site da Agência Nacional de Águas (ANA) encontra-se disponível material norteador em relação ao Programa Produtor de Água e o registro dos principais projetos em andamento (<http://produtordeagua.ana.gov.br/>). Também podem ser citados em termos do estado da arte dos PSA no Brasil, Guedes e Seehusen (2011) e Pagiola *et al.* (2013), que relatam os principais êxitos e dificuldades.

No âmbito do projeto PSA Hídrico foi realizado um levantamento em 2014 de todos os PSA Hídricos em diferentes estágios de implantação no Brasil, por meio de informações disponibilizadas no website da ANA, da Fundação Grupo Boticário, pela The Nature Conservancy (TNC), pela literatura disponível e entrando-se em contato direto com os responsáveis pelos projetos de PSA por e-mail e por telefone. O resultado permitiu comparar a evolução dos PSA Hídricos de 2011 (GUEDES; SEEHUSEN, 2011) para 2014. Obteve-se que em 2011 havia 41 iniciativas de PSA Hídrico em andamento e em 2014 este número subiu para 52, sendo que alguns por diversas razões foram interrompidos, e outros foram finalizados (PRADO *et al.*, 2019). No entanto, o número de projetos na atualidade provavelmente aumentou ainda mais, em função dos editais abertos pela ANA e pelos Comitês de Bacias Hidrográficas em todo o país.

Aspectos relacionados às ferramentas de suporte à identificação de áreas prioritárias para intervenção

O conceito de serviços ecossistêmicos no planejamento da paisagem ainda é pouco empregado, embora possa ser de grande utilidade na elaboração de políticas regionais que compatibilizem as necessidades e demandas sociais. E uma das razões para isso é a neces-



cidade de ferramentas que possam integrar os serviços ecossistêmicos ao planejamento regional e processo de decisão em seu estágio inicial (RANNOW *et al.*, 2010; citados por KOSCHKE *et al.* 2012). Como consequência, a efetiva gestão dos ecossistemas fica limitada tanto pela falta de conhecimento e informação sobre os diferentes aspectos dos ecossistemas como pela incapacidade de usar adequadamente as informações já existentes para subsidiar as decisões gerenciais (MEA, 2005).

Especificamente nos programas de PSA Hídricos é preciso reunir informações para subsidiar a escolha dos locais mais favoráveis para a organização de arranjos visando à criação de um fundo de água, e ainda, definir as prioridades para o investimento dos recursos. Para tal, devem ser identificadas áreas prioritárias para receber os investimentos, considerando o objetivo do projeto. Por exemplo, se o propósito é reduzir a quantidade de sedimentos que chegam até os corpos d'água, é preciso evitar os processos erosivos à montante e seu carreamento até o curso d'água. Medidas como revegetação de parte da área e adoção de práticas conservacionistas em parcelas de produção agropecuária podem ser propostas.

O desafio, nesses casos, é o desenvolvimento de abordagens técnicas adequadas para a identificação dos locais para onde os recursos devem ser alocados e como os seus investimentos devem ser direcionados para assegurar que os objetivos sejam atendidos da forma mais eficiente possível. O projeto Capital Natural, em parceria com os Fundos de Água da América Latina, The Nature Conservancy (TNC), Fundação FEMSA, Inter-American Development Bank (IDB) e Global Environment Facility (GEF), lançou um documento orientador e estratégico para investimentos no âmbito dos Fundos de Água. As duas questões centrais a serem respondidas são: onde desenvolver novos fundos de água e onde e como cada fundo deve empregar seus recursos? As orientações são estruturadas em sete passos, que iniciam com a escolha dos objetivos e, a depender da realidade em que se inserem, seguem os demais passos na sequência que melhor se ajuste àquela realidade. Os passos seguintes são: diagnóstico, escolha das atividades, alocação de recursos, estimativa do retorno dos projetos e delineamento de um plano de monitoramento. Em cada um desses passos, abre-se uma série de opções que permitem caracterizá-lo melhor.

Para se tomar decisões mais acertadas é importante considerar as ações e áreas prioritárias para a intervenção em Programas de PSA Hídricos que vão depender fortemente da realidade local. Nesse contexto, são comumente utilizados métodos de apoio à decisão ou sistemas de suporte à decisão (SSD).

Os métodos de apoio à decisão podem envolver múltiplos objetivos, os quais podem ser conflitantes, como exemplo, o melhor benefício social ou ambiental pode conflitar com o melhor benefício econômico. Nesses casos, é importante conhecer as alternativas e definir critérios para analisar os impactos que elas podem gerar considerando os vários objetivos. E, quando os objetivos envolvem aspectos espaciais, como a escolha das áreas mais apropriadas para ações de PSA hídricos, é necessário utilizar ferramentas que considerem esse aspecto, como os sistemas de suporte à decisão espacial (SSDE).

O crescimento de novos arranjos visando o desenvolvimento dos programas e projetos de PSA Hídricos tem gerado a demanda pelo desenvolvimento e adaptação de ferramentas de suporte à decisão, especialmente aquelas que incluem os aspectos espaciais, para subsidiar a seleção de áreas prioritárias para a intervenção. Algumas ferramentas para apoiar essa demanda estão sendo disponibilizadas, como é o caso do programa RIOS (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2011). Ele é um programa que combina dados biofísicos, sociais e econômicos visando identificar os melhores locais para atividades de proteção e restauro de forma a maximizar investimentos.

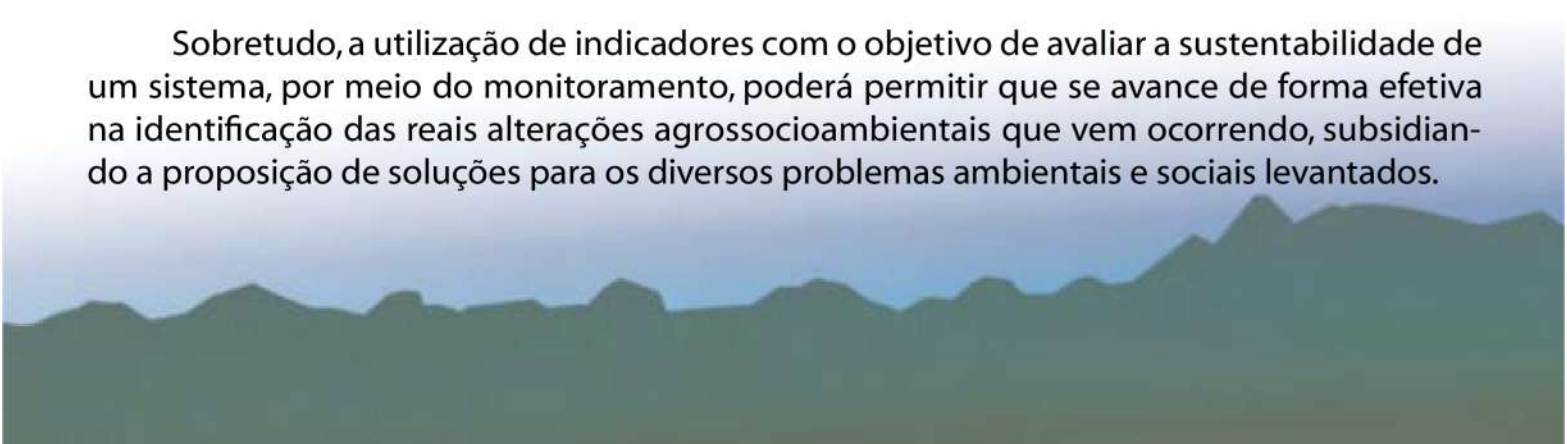
Constatamos que existem poucos relatos de experiências de aplicação de procedimentos para a seleção de áreas prioritárias à intervenção. É importante motivar os programas a relatar suas experiências de priorização de áreas para intervenção (GJORUP *et al.*, 2015). Podemos afirmar, contudo, que o tema demanda por mais estudos e desenvolvimento de métodos.

Aspectos relacionados à seleção e ranqueamento de indicadores socioeconômicos e ambientais

Quando se fala em metodologias de avaliação ecossistêmica, geralmente são utilizados indicadores para se realizar a avaliação ou o monitoramento dos serviços ecossistêmicos ou ambientais. Os indicadores começaram a ganhar importância mundialmente a partir de 1947, quando o Produto Interno Bruto (PIB) passou a ser utilizado 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 públicas e ações ambientais começou a ser enfatizada a partir dos anos 1990, principalmente devido à Rio92 (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Em Marzall e Almeida (2000) pode-se encontrar o estado da arte, limites e potencialidades dos indicadores de sustentabilidade para os agroecossistemas. Estes autores mencionam que as propostas de indicadores de sustentabilidade devem ser testadas, corrigidas e adaptadas à diferentes realidades. Paralelamente, há a necessidade de estudos buscando entender as interações que ocorrem nos diferentes sistemas, com e sem a intervenção humana, determinando também os aspectos relevantes para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, permitindo a construção de conjuntos eficazes de indicadores.

Sobretudo, a utilização de indicadores com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de um sistema, por meio do monitoramento, poderá permitir que se avance de forma efetiva na identificação das reais alterações agrossocioambientais que vem ocorrendo, subsidiando a proposição de soluções para os diversos problemas ambientais e sociais levantados.



Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2020), 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 alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas.

Apesar da reconhecida importância dos indicadores para a avaliação e monitoramento dos impactos dos PSA nos serviços ecossistêmicos e para fornecer respostas e subsídios aos tomadores de decisão, muitos são os desafios relativos à aplicação de indicadores socioeconômicos e ambientais. Um deles se refere à seleção destes indicadores. Primeiramente é preciso se estabelecer alguns critérios a serem atendidos. TCU (2000), Royuela (2001), Segnestam (2002), Federation of Canadian Municipalities (2002) e OECD, (2002) apresentam alguns critérios de seleção de indicadores. A OECD (2002) observa que as características dos indicadores qualificam um indicador ideal e nem sempre representará de forma mais específica o que ocorre na prática. Para uma abordagem específica, há que se definir o conjunto mais apropriado de critérios que sejam adequados ao tema em estudo, à escala de análise e às necessidades do público-alvo.

Ainda em relação à seleção e aplicação de indicadores é preciso estar atento aos seguintes aspectos: definir previamente a escala de aplicação dos indicadores; classificar os indicadores em relação à resposta, se de curta, média ou longa duração e os indicadores deverão ser preferencialmente mensuráveis. E ainda, estes indicadores devem ser capazes de avaliar diversos componentes relacionados aos PSA tais como: a estrutura que sofrerá as intervenções dos PSA, as respostas nas funções ecossistêmicas, bem como os reflexos no bem-estar humano da população envolvida, ou seja (benefícios/impactos socioeconômicos), conforme propõe Haines-Young e Potschin (2010) e Martín-López *et al.* (2014).

Segundo Lima *et al.* (2013) em relação aos indicadores utilizados nas metodologias encontradas no Brasil de monitoramento de PSA Hídrico pode-se dizer que os conjuntos de indicadores, quando comparados, revelam algumas coincidências e muitas discrepâncias. De fato, estabelecer indicadores mínimos para monitorar áreas de prestação de serviços ecossistêmicos se torna essencial, pois significa estabelecer os critérios relevantes para análise e avaliação. Nesse sentido, a troca de experiências entre os projetos é uma demanda atual com potencial altamente construtivo, na direção da consolidação de metodologias e indicadores para monitoramento destas áreas.

No âmbito do projeto PSA Hídrico foi realizado um trabalho extenso de levantamento de indicadores utilizados nos principais PSA Hídricos do Brasil e da América Latina (Cardoso *et al.* 2012). Para a organização, seleção e ranqueamento dos indicadores obtidos foi aplicado um método adaptado de Haines-Young e Potschin (2010) e Martín-López *et al.* (2014), classificando-os em indicadores de estrutura, de função ecossistêmica e de benefícios (so-

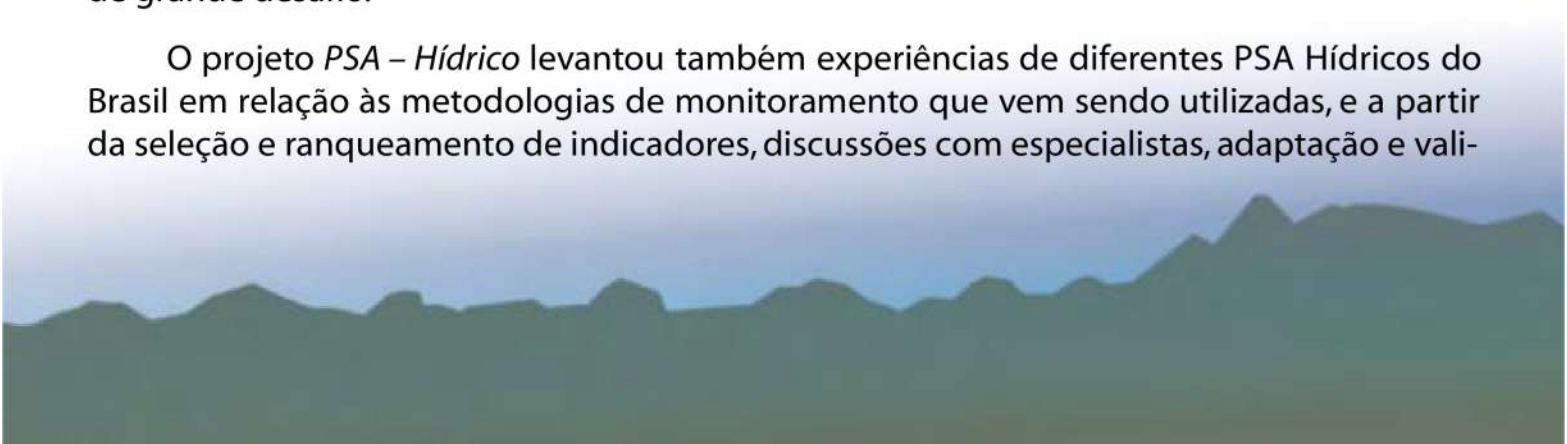
cioeconômicos). Esse levantamento e classificação dos indicadores foi consolidado em uma oficina técnica realizada em junho de 2013 na Embrapa Solos que teve a participação de aproximadamente 40 especialistas de diversas instituições públicas e privadas, de pesquisa e de ensino, governamentais e não governamentais. O ranqueamento dos indicadores foi baseado em alguns critérios como relevância, viabilidade, clareza e sensibilidade para os serviços ecossistêmicos de regulação e suprimento hídrico, qualidade do solo, produção de alimentos, manutenção de habitats e cultural/reacreação. Os resultados da oficina podem ser encontrados em Turetta *et al.* (2014).

Aspectos relacionados ao monitoramento dos impactos dos PSA hídricos

Apesar do aumento crescente dos PSA Hídricos na América Latina e mais recentemente no Brasil, um questionamento de especialistas internacionais e nacionais no assunto é em relação à sua efetividade em relação aos reais impactos nos serviços ambientais e no bem-estar da sociedade envolvida, uma vez que, na maioria das vezes, os programas e projetos não contemplam um monitoramento integrado que permita uma avaliação global dos resultados. Para os projetos de PSA Hídrico, os dois principais focos para o monitoramento devem ser: o monitoramento das ações contratadas entre os provedores e os compradores dos serviços ambientais, bem como o monitoramento para avaliar a qualidade e quantidade da água em relação ao PSA Hídrico dentre outros serviços ambientais, além de acompanhar o bem-estar humano.

Dessa forma, é preciso estabelecer uma linha de base em relação a situação em que se encontram os serviços ambientais, para que possa ser comparada no tempo, mesmo que os resultados das intervenções dos PSA sejam perceptíveis apenas em longo prazo. Em relação às iniciativas em andamento, o que se observa no Brasil é que existem processos de monitoramento em curso, mas de maneira geral ainda incipientes e nem sempre cobrindo de forma significativa a área relativa à implantação dos projetos. O monitoramento ideal deveria envolver a comunidade local, bem como pesquisadores, para que possam definir e validar os protocolos de monitoramento, contemplando em seus estudos o monitoramento de longo prazo, reduzindo custos e somando esforços. Sendo assim, a ANA, juntamente da TNC vêm estabelecendo parcerias com diversas instituições de pesquisa e universidades do país para dar subsídios ao monitoramento do Programa Produtor de Água, visto que se trata de grande desafio.

O projeto *PSA – Hídrico* levantou também experiências de diferentes PSA Hídricos do Brasil em relação às metodologias de monitoramento que vem sendo utilizadas, e a partir da seleção e ranqueamento de indicadores, discussões com especialistas, adaptação e vali-



divíduos e, como consequência, nas suas instituições. Assim sendo, incentiva uma maior organização e responsabilidade para desenvolver as ações de forma integrada. Além disso, busca potencializar a capacidade criativa das organizações para impulsioná-las frente ao mercado inovador, ágil e competitivo. Também procura mudar as relações entre os diferentes níveis de poder, compartilhando responsabilidades, obtendo maior comprometimento dos envolvidos e potencializando o capital humano. Este enfoque possui ainda o potencial de permitir com que os tomadores de decisão possam apoderar-se dos resultados gerados por meio da ciência.

Considerações finais

Os temas Serviços Ecosistêmicos e Pagamentos por Serviços Ambientais são recentes no Brasil, havendo uma atuação de forma ainda não sincronizada no país, gerando demanda de formação de redes de pesquisa e fóruns de discussão específicos nestes temas no âmbito nacional;

Muitas informações sobre os serviços ambientais e agricultura, relativas aos biomas brasileiros, estão dispersas em diferentes bases de dados, não sendo disponibilizadas em formato adequado aos tomadores de decisão. É preciso avançar neste quesito;

Há demanda por desenvolvimento e adaptação de ferramentas de suporte aos tomadores de decisão para colocar na prática as políticas públicas relacionadas à conservação ambiental no meio rural como é o caso dos PSA Hídricos;

Ressalta-se a importância de ações conjuntas dos PSA Hídricos e outras políticas públicas de conservação agroambiental;

No âmbito dos PSA Hídricos há necessidade de leis e políticas públicas que assegurem a continuidade das ações governamentais relacionadas ao tema, assim como uma maior aproximação da pesquisa dos tomadores de decisão, com vistas a uma maior sustentabilidade socioagroambiental; algumas oportunidades foram também identificadas em relação aos PSA Hídricos: passivos ambientais enfrentados pelo Brasil e necessidade de adequação ambiental ao Código Florestal vigente; escassez de água no país; incentivo financeiro da Agência Nacional de Águas e Comitês de Bacias Hidrográficas; interesse do setor privado em ter seus produtos relacionados aos PSA Hídricos dentre outros;

Em termos de desafios destacam o alto custo de restauração florestal; a ausência de legislação nacional para apoiar PSA (há o Projeto de Lei 5028 de 2019, em tramitação no Senado); a descontinuidade nas fontes de pagamentos aos produtores; a necessidade de desenvolver métodos e indicadores de baixo custo para monitorar os impactos

dação junto aos tomadores de decisão em campo, já apresentados no tópico anterior, propôs uma metodologia para o monitoramento dos impactos dos PSA Hídricos nos serviços ambientais e no bem-estar da população. Todas as ferramentas e resultados deste projeto foram compilados em linguagem acessível no Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos: seleção de áreas e monitoramento (Fidalgo *et al.*, 2017).

Santos *et al.*, 2011 e Lima *et al.* (2013) fizeram um levantamento do estado da arte do monitoramento dos PSA Hídricos no Brasil e alguns aspectos merecem destaque. Quanto ao monitoramento, há lacunas visíveis. Entre os projetos analisados, poucos possuem uma metodologia consolidada para monitorar e avaliar seus processos e resultados. A dificuldade financeira é relatada como um fator limitante da política de PSA, o que pode afetar a realização do monitoramento. Atrelado a isso, há a falta de dados anteriores à aplicação do projeto, o que impossibilita uma comparação entre as características hidrológicas anteriores e posteriores à sua implantação. Deve-se notar ainda que a divulgação dos dados é praticamente inexistente. Os projetos analisados, em sua maioria, relatam outras experiências, tais como a de Extrema e de Nova Iorque, que serviram de base para orientar suas metodologias (LIMA *et al.*, 2013). É observada ainda nos relatos sobre o monitoramento, uma escassez de informações e dados de cunho social. Este tipo de dado é de grande importância a medida em que os mecanismos de PSA são considerados potencialmente relevantes para a promoção do desenvolvimento econômico, mediante a geração de renda aos provedores de serviços ambientais e redução da pobreza rural (ZILBERMAN *et al.*, 2006; WUNDER, 2005; PAGIOLA *et al.*, 2005). Segundo Andrade e Fasiaben (2009) e Pagiola *et al.* (2005), mesmo com poucas evidências sobre o papel do PSA na redução da pobreza rural, há um potencial de sinergias quando o programa tem um desenho adequado às condições locais.

O serviço hídrico depende de outros fatores e tem uma potencialidade transversal que é muito pouco explorada nos projetos em geral. Ainda há poucos programas de PSA visando serviços ambientais múltiplos, como ocorre com a Costa Rica (LIMA *et al.*, 2013).

Por fim, é importante mencionar que protocolos mínimos, com base científica, são de extrema importância para o monitoramento dos PSA Hídricos. No entanto, há de se levar em conta a grande diversidade de ambientes e aspectos socioeconômicos do Brasil, país de extensão continental. Desta forma, as características locais devem ser consideradas na decisão do método, indicadores e parâmetros a serem adotados, fazendo-se adaptações quando necessário, visando à obtenção de melhores resultados e também de acordo com a disponibilidade de recursos de cada programa ou projeto de PSA Hídrico. Também torna relevante a validação dos métodos adotados junto aos tomadores de decisão, a partir de trabalho em campo onde programas ou projetos de PSA estejam implantados ou em fase de implantação, etapa prevista no projeto *PSA - Hídrico*.

Para Cordioli (2009) o enfoque participativo enfatiza o desenvolvimento de processos de transformação e de mudança, principalmente no aspecto comportamental dos in-

dos PSA na geração e manutenção dos serviços ecossistêmicos, bem como no bem-estar humano.

Referências bibliográficas

ANDRADE, D. C.; FASIABEN, M. do C. R. A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos pagamentos por serviços ecossistêmicos. In ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 8., 2009, Cuiabá. **Aplicando a economia ecológica para o desenvolvimento sustentável.** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2009.

BRASIL. Lei n. 12.527. de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º, do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei n. 11.111. de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei n. 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 nov. 2011. Edição especial.

CARDOSO, M. O.; TURETTA, A. P. D.; PRADO, R. B. Levantamento de indicadores socioeconômicos e ambientais utilizados pelos programas PSA-Hídricos no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS, 4., 26 a 29 nov. 2012, **Resumos...**, 2012. São Paulo, 2012.

CORDIOLLI, S. **Enfoque participativo:** um processo de mudança: conceito, instrumentos e aplicação prática. Porto Alegre: Editora Genesis, 2009. 232 p.

COUDEL, E.; FERREIRA, J.; AMAZONAS, J.; ELOY, M.; HERCOWITZ, L. M.. MATTOS, L.; MAY, P.H.; MURADIAN, R.; PIKETTY, M. G.; TONI, F. A ascensão do pagamento por serviços ambientais no Brasil: negociando uma governança policêntrica. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, n. 32-33, p.6-15, 2015.

FAO. **The state of food and agriculture:** paying farmers for environmental services. Rome, 2007. 240 p. (FAO Agriculture Series, 38).

FEDERATION OF CANADIAN MUNICIPALITIES. **Developing indicators and benchmarks:** A best-practice by the national guide to sustainable municipal infrastructure. Ottawa, 2002. Disponível em: <http://www.fcm.ca/Documents/reports/Infraguide/Developing_Indicators_and_Benchmarks_EN.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 121 p.

FERREIRA, J.; PARDINI, R.; METZGER, J. P.; FONSECA, C. R.; POMPEU, P. S.; SPAROVEK, G.; LOUZADA, J. Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and oppor-

tunities for applied ecological research. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 535-541, 2012.

FERREIRA, L.G.; SOUSA, S. B.; ARANTES, A.E. **Radiografia das pastagens do Brasil**. Goiânia: UFG, 2014. 214 p.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos** seleção de áreas e monitoramento. Brasília: Embrapa, 2017. 80 p.

FOREST TRENDS. Ecosystem marketplace. **Charting new waters state of watershed payments**: Washington, DC, 2012. 77 p.

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Procedures to select priority areas for payment for ecosystem services programs. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS NEOTRÓPICOS, 4. **Resúmenes...** Mar del Plata, 30 de septiembre al 3 de octubre 2015.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Ed.). **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. (Biodiversidade, 42). 272 p.

HAINES-YOUNG, R., POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: RAFFAELLI, D., FRID, C. (Ed.). **Ecosystems ecology**: a new synthesis. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 110-139.

KOSCHKE, L.; FÜRST, C.; FRANK, S.; MAKESCHIN, F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 54-66, 2012.

LAPOLA, D. M.; MARTINELLI, L. A.; PERES, C. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERREIRA, M. E.; NOBRE, C. N.; AGUIAR, A. P. D.; BUSTAMANTE, M. M. C.; CARDOSO, M. F.; COSTA, M. H.; JOLY, C. A.; LEITE, C. C.; MOUTINHO, P.; SAMPAIO, G.; STRASSBURG, B. B. N.; VIEIRA, I. C. G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 27-35, 2014.

LIMA, A. P. M.; ALBUQUERQUE, R. H.; PRADO, R. B. P.; TURETTA, A. P. D.; FIDALGO, E. C. C.; SCHULER, A. E. Pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil: experiências iniciais e os desafios do monitoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

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.

MARTÍN-LÓPEZ, B.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GARCÍA-LLORENTE, M.; MONTES, C. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, p. 220-



228, 2014.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 41-59, 2000.

MATTOS, L. M. de; HERCOWITZ, M. (Ed.). **Economia do meio ambiente e serviços ambientais**: estudo aplicado à agricultura familiar, às populações tradicionais e aos povos indígenas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 294 p.

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

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and human well-being**: synthesis. Washington, D.C: Island Press, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Indicadores Ambientais Nacionais**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informacoes-ambientais/indicadores-ambientais>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

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

NATURAL CAPITAL PROJECT. **Water fund prioritization guidance document** Stanford, CA 2011. Disponível em: <http://www.naturalcapitalproject.org/pubs/Water_Fund_Prioritization_Guidance_Document.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2013.

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. **Framework for environmental indicators**. Paris, 2002. Disponível em <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

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

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria do meio ambiente/Coordenadoria de biodiversidade e recursos naturais, 2013. 336 p.

PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos e ambientais na agropecuária. In: PALHARES, J. C. P.; GEHLER, L. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília: Embrapa, 2014. p.414-456.

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; FERREIRA, J. N.; CAMPANHA, M. M.; VARGAS, L. M. P.; PEDREIRA, B. C. C. G.; MONTEIRO, J. M. G.; H. L. C., TURETTA, A. P. D.; MARTINS, A. L. S.; DONAGEMMA, G. K., COUTINHO, H. L. C. Pesquisas em serviços ecossistêmicos e ambientais na paisagem rural

do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. esp., p. 610-622, 2015. (IV SMUD)

PRADO, R. B.; COSTA, M.; LIMA, A. P. M.; SCHULER, A. E.; GUIMARÃES, J.; FIDALGO, E. C. C.; TURETTA, A. P. D.; MONTEIRO, J. M.; MARTINS, A. L.; OLIVEIRA, A. P.; CLEMENTE, E.; PEDREIRA, B. C. C. G. Evolução das iniciativas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 36, n. 2, e26444, maio/ago. 2019.

ROMEIRO, A. R.; MAIA, A. G. Avaliação de custos e benefícios ambientais. **Cadernos ENAP**, v.1, p.1-51, 2011.

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**, v. 19, p. 2823-2842, 2010.

ROYUELA, M. A. Los Sistemas de indicadores ambientales y su papel em la información e integración del medio ambiente. In: CONGRESO DE INGENIERÍA CIVIL, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE, 1., 2001, Madrid **Anais...** Madrid. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, p.1231-1256, 2001. Disponível em: <<https://www.coria.org/ecal/archivos/sistemas%20de%20indicadores%20ambientales.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

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**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 353-376.

SANTOS, D. G.; VEIGA NETO, F.; DIEDERICHSEN, A.; GUIMARÃES, J.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. **Panorama del monitoreo de los psa hídricos en Brasil**: el caso del programa productor de agua. In: CONGRESO INTERNACIONAL: PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES, 2011, Ixtapan de la Sal, México: Red Iberoamericana de Pago por Servicios Ambientales, 2011.

SEGNESTAM, L. **Indicators of environmental and sustainable development**: theories and practical experiences. Washington DC: World Bank, 2002. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-1115801208804/20486265/IndicatorsofEnvironmentandSustainableDevelopment2003.pdf>>. Acesso em: 12 de abr. 2013.

STALLMAN, H. R. **Ecosystem services in agriculture**: determining suitability for provision by collective management. *Ecological Economics*, v. 71, p.131-139, 2011.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Manual de auditoria de natureza operacional do Tribunal de Contas da União**. COFIS/SEGECEX. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/fiscalizacao_controle/normas_auditoria/BTCU_ESPECIAL_04_de_19_03_2010_Manual_de_Auditoria_de_Na.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

TURETTA, A. P. D.; PRADO, R. B.; COUTINHO, H. L. da C.; FIDALGO, E. C. C.; SCHULER, A. E.; MAR-

TINS, A. L. da S.; DIEDERICHSEN, A.; KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; BUSTAMANTE, J. da M.; PARRON, L. M.; BUCKUP, P. A.; ATANÁZIO, R.; PIRES, M. de M.; FERREIRA, J. M. L. **Memória da Oficina Ranqueamento de Indicadores de Serviços Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 67 p. il. color. (Embrapa Solos. Documentos, 164). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147029/1/Doc-164-Memoria-Oficina.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Occasional Paper**, n. 42, 24 p., 2005.

WWF. World Wide Fund for Nature. **Payments for environmental services: an equitable approach for reducing poverty and conserving nature**. Switzerland. 2006. 20 p. Disponível em: <http://assets.panda.org/downloads/pes_report_2006.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2010.

YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B. D. **Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. In: FOREST TRENDS (Ed.). Incentivos econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015. p. 33-56.

ZILBERMAN, D.; LIPPER, L.; MCCARTHY, N. **Putting Payments for Environmental Services in the Contexto of Economic Development**. ESA Working Paper n.06-15, 2006.

