



# *Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos*

*Seleção de áreas e monitoramento*

*Elaine Cristina Cardoso Fidalgo  
Rachel Bardy Prado  
Ana Paula Dias Turetta  
Azeneth Eufrausino Schuler*

*Editoras Técnicas*

**Embrapa**



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

# *Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos*

*Seleção de áreas e monitoramento*

*Elaine Cristina Cardoso Fidalgo  
Rachel Bardy Prado  
Ana Paula Dias Turetta  
Azeneth Eufrausino Schuler*

*Editoras Técnicas*

*Embrapa  
Brasília, DF  
2017*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**  
Rua Jardim Botânico, nº 1.024  
Bairro Jardim Botânico  
22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 2179-4500  
Fax: (21) 2179-5291  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac  
www.embrapa.br

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Embrapa Solos

Comitê Local de Publicações

Presidente

*José Carlos Polidoro*

Secretário-executivo

*Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros

*Ademar Barros da Silva*

*Adriana Vieira de Camargo de Moraes*

*Alba Leonor da Silva Martins*

*Cesar da Silva Chagas*

*Enyomara Lourenço Silva*

*Evaldo de Paiva Lima*

*Joyce Maria Guimarães Monteiro*

*Luciana Sampaio de Araujo*

*Maria Regina Capdeville Laforet*

*Maurício Rizzato Coelho*

*Moema de Almeida Batista*

*Wenceslau Gerales Teixeira*

**Unidade responsável pela edição**

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

*Selma Lúcia Lira Beltrão*

*Lucilene Maria de Andrade*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial

*Erika do Carmo Lima Ferreira*

Revisão de texto

*Francisca Elijani do Nascimento*

Normalização bibliográfica

*Rejane Maria de Oliveira*

Projeto gráfico e capa

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2017): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

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

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

Embrapa Informação Tecnológica

Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos : seleção de áreas e monitoramento / Elaine Cristina Cardoso Fidalgo... [et al.], editoras técnicas. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.  
78 p. : il. color. ; 22 cm x 16 cm.

ISBN 978-85-7035-673-4

1. PSA hídrico. 2. Biodiversidade. 3. Meio ambiente. I. Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso. II. Prado, Rachel Bardy. III. Turetta, Ana Paula Dias. IV. Schuler, Azeneth Eufrausino. V. Embrapa Solos. VI. Título.

CDD 363.7

© Embrapa, 2017



# Autores

## **Alba Leonor da Silva Martins**

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Ciências do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

## **Ana Paula Dias Turetta**

Geógrafa, doutora em Agronomia/Ciências do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

## **Anita Toledo Barros Diederichsen**

Bióloga, mestre em Ciência Ambiental, diretora da Conserve Brasil, Curitiba, PR

## **Azeneth Eufrausino Schuler**

Engenheira florestal, doutora em Ciências/Energia Nuclear na Agricultura, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

## **Devanir Garcia dos Santos**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente, coordenador de Implementação de Projetos Indutores da Agência Nacional de Águas (ANA), Brasília, DF

## **Elaine Cristina Cardoso Fidalgo**

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola/Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

## **Fernando Veiga**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento Rural, diretor adjunto de Conservação para a América Latina da The Nature Conservancy (TNC)

## **João Luis Bittencourt Guimarães**

Engenheiro florestal, diretor da Aquaflora Meio Ambiente, Curitiba, PR

## **Rachel Bardy Prado**

Bióloga, doutora em Ciência da Engenharia Ambiental, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

## **Renato Atanazio**

Graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental, especialista em Geoprocessamento, analista de Projetos Ambientais na Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, PR



# Dedicatória

A Heitor Luiz da Costa Coutinho, precursor e visionário da importância de agregar conhecimento ao estudo dos solos pesquisas de sustentabilidade dos sistemas produtivos e de serviços ambientais, pautando-se pela busca da inovação científica para uma agricultura mais sustentável. Em sua carreira de pesquisador na Embrapa Solos, disseminou seus ideais com ativa participação em cooperações nacionais e internacionais, influenciando igualmente a equipe local. Sua contribuição foi fundamental nas discussões e atividades que geraram a presente publicação. Conviver com Heitor foi um privilégio! Seu humor e gentileza inabaláveis continuam a nos inspirar com a lembrança de sua constante prática de inclusão de todos, valorização da diversidade e reconhecimento do potencial de cada indivíduo.



A elaboração desta publicação só foi possível graças à colaboração de profissionais multidisciplinares e com experiência na temática de serviços ambientais. São profissionais que integraram a equipe do Projeto Fortalecimento do Conhecimento, Organização da Informação e Desenvolvimento de Ferramentas para Apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos, bem como estagiários da Embrapa Solos e participantes dos workshops temáticos sobre ranqueamento de indicadores e avaliação de metodologias para PSA realizados na Embrapa Solos. Agradecemos imensamente a participação destes profissionais:

Ana Paula Morais de Lima (estagiária da Embrapa Solos), Adriana Reatto (Embrapa Cerrados), Aline Pacobahyba de Oliveira (Embrapa Solos), Aluisio Granato de Andrade (Embrapa Solos), André Júlio do Amaral (Embrapa Solos – UEP Recife), Aurélio Martins (Embrapa Solos), Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira (Embrapa Solos),

Bruno Coutinho (CI-Brasil), Carla Josef (Embrapa Informática Agropecuária), Carla Macário (Embrapa Informática Agropecuária), Carlos José Andrade Silveria (Instituto Estadual de Florestas – IEF-Minas Gerais), Carolina Corrêa Moscatel (Embrapa Solos), Celso Filho (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE), Cláudio Rocha de Miranda (Embrapa Suínos e Aves), Clayton Bonfim (Instituto Estadual do Ambiente – Inea-RJ), Consuelo Franco Marra (Agência Nacional de Águas – ANA), Daniel Andrade (Universidade Federal de Uberlândia – UFU), Denise Kronem-berger (IBGE), Eileen Acosta (The Nature Conservancy – TNC), Eliane Clemente (Embrapa Solos), Evaldo de Paiva Lima (Embrapa Solos), Fatima Casarin (Inea-RJ), Felipe Barros (Instituto Internacional para a Sustentabilidade – IIS), Fernando Ribeiro (CI-Brasil), Gabriel Spínola Garcia (Universidade Federal Fluminense), Guilherme Kangussu Donagemma (Embrapa Solos), Heitor Luis da Costa Coutinho (Embrapa Solos), Hendrik Mansur (TNC), Herval Fernandes

Lopes (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater-Rio), Humberto da Rocha (Universidade de São Paulo – USP), Ícaro da Silva Misquita (Embrapa Solos), Jorge Enoch Werneck Lima (Embrapa Cerrados), Jorge Lima (Embrapa Solos), José Carlos Polidoro (Embrapa Solos), José Maria Soares Filho (Inea), José Mario Lobo (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig), Joyce Guimarães Monteiro (Embrapa Solos), Júlia Moser Martins (Embrapa Solos), Juliana da Motta Bustamante (Instituto Terra de Preservação Ambiental – ITPA), Julio Palhares (Embrapa Pecuária Sudeste), Leonardo Faver (Prefeitura Petrópolis), Leonardo Fernandes (Inea), Leopoldo Erthal (Federação da Agricultura, Pecuária e Pesca do Estado do Rio de Janeiro – Faerj), Lívia Furriel (Embrapa Solos), Lucília Parron (Embrapa Florestas), Luis Carlos Hernani (Embrapa Solos), Luis Fernando Moraes (Embrapa Agrobiologia), Luiz Fernando Moraes (Embrapa Agrobiologia), Marcelo Andrade (Embrapa Solos), Marcus Godoy (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ),

Margareth Simões (Embrapa Solos), Marisa Prado (Embrapa Cerrados), Mauricio Ruiz (ITPA), Michael Santiago (UFF), Mônica de Oliveira Cardoso (Embrapa Solos), Monica Moura Pires (Universidade Estadual de Santa Cruz – Uesc), Naggme Hisse (Embrapa Solos), Paulo Buckup (Museu Nacional – UFRJ), Paulo Petry (TNC), Pedro Castro (Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBMA), Plínio Camargo (Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Cena/USP), Rafael Henrique de Albuquerque (Embrapa Solos), Ricardo Novaes (Prefeitura Municipal São José dos Campos), Ricardo Trippia dos G. Peixoto (Embrapa Solos), Rodrigo Demonte Ferraz (Embrapa Solos), Wenceslau Teixeira (Embrapa Solos). Agradecemos ainda o cuidadoso trabalho de revisão técnica realizado pelos pesquisadores Fabiano de Carvalho Balieiro (Embrapa Solos) e Ricardo de Oliveira Figueiredo (Embrapa Meio Ambiente) e a revisão de linguagem feita pelo jornalista Carlos Eduardo Vasconcellos Diniz Dias (Embrapa Solos).

De acordo com o quadro Panorama dos Riscos Globais apresentado no *Fórum Econômico Mundial* de 2015<sup>1</sup>, a crise hídrica é considerada como o principal fator de risco à nossa sociedade. E boa parte dessa crise se deve, de fato, mais a um manejo inadequado da água do que propriamente a sua falta. Atualmente, cerca de um décimo de toda população mundial não tem acesso a uma fonte de água segura.

Nesse contexto, os agroecossistemas têm papel crucial, não só por representarem um elevado consumo de água direcionado para produção vegetal e animal, mas também pelos riscos envolvidos em razão do manuseio inadequado do solo, o que impacta diretamente o ciclo hidrológico, notadamente, a qualidade e manutenção de mananciais de água.

---

<sup>1</sup> Disponível em <<http://reports.weforum.org/global-risks-2015/#-frame/20ad6>>.

As políticas relacionadas aos serviços ambientais surgem como um mecanismo atual de estímulo à conservação dos recursos naturais, por meio da compensação financeira ou não àqueles que desenvolvem ações em prol da provisão de serviços ecossistêmicos. Assim, estabelece-se o princípio do provedor-recebedor em detrimento do poluidor-pagador.

A presente publicação, o *Manual para Pagamento por Serviços Ambientais*, surgiu em resposta às demandas colocadas por profissionais e instituições envolvidos com iniciativas de pagamento por serviços ambientais (PSA) hídricos do Brasil, em face da necessidade de reunir informações voltadas à seleção de áreas prioritárias a intervenções, visando manter ou ampliar a oferta dos serviços ambientais, bem como orientar o monitoramento e avaliação de projetos relacionados.

Ele agrega resultados do projeto de pesquisa Fortalecimento do Conhecimento, Organização da Informação e Desenvolvimento de Ferramentas

para Apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos, financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e que contou com a parceria e colaboração da Agência Nacional de Águas (ANA), The Nature Conservancy (TNC) e Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, além de profissionais da área reunidos em dois workshops realizados sobre o tema.

O propósito do manual é contribuir para suprir uma lacuna de informação identificada em relação aos PSA hídricos. Contudo, espera-se que esta publicação possa ter novos desdobramentos, enriquecendo o tema e subsidiando as iniciativas de conservação e boas práticas no meio rural capazes de assegurar a provisão de serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano.

*Daniel Vidal Perez*

Chefe-Geral da Embrapa Solos

O desafio da recuperação hidroambiental das bacias hidrográficas no Brasil é enorme. Se, por um lado, temos uma legislação moderna e adaptada a nossa realidade, que define muito claramente as ações a serem desenvolvidas com esse objetivo, por outro lado, ela é bastante deficiente ou mesmo pobre em instrumentos que viabilizem técnica e economicamente a execução dessas ações.

Se considerarmos a máxima de que “quem dá a missão dá os meios”, talvez seja essa falta de instrumentos uma importante razão que impediu ou dificultou o completo atendimento aos diplomas legais da área ambiental.

O momento atual tem destacado o pagamento por serviços ambientais (PSA) como um importante instrumento para a implementação de ações relacionadas à recuperação hidroambiental das bacias hidrográficas.

Esse instrumento econômico tem sido largamente utilizado tanto para motivar atores, que

passam a sentir-se reconhecidos como importantes na solução dos problemas ambientais, como para viabilizar economicamente a execução das ações.

O uso do PSA demonstra a importância do envolvimento dos usuários e produtores de serviços ambientais no âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos, pois, sem um bom conhecimento da causa e efeito, não há como reconhecer os reais prestadores de serviços ambientais às comunidades.

São inúmeras as iniciativas hoje em curso nas diversas bacias hidrográficas, assim como são muitos os projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional que buscam regulamentar a aplicação do PSA e inseri-lo como instrumento de diversas políticas públicas.

Contudo, diante de um quadro como esse, são grandes os riscos de transformar o PSA em panaceia. Esse instrumento, cujo uso deve seguir

as regras da economia e ser aplicado apenas onde reconhecidamente tem-se um bem econômico envolvido, poderia ter sua aplicação banalizada, fazendo com que se perdesse a eficiência e eficácia de seu uso.

Assim, a iniciativa da Embrapa de elaboração do *Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos: seleção de áreas e monitoramento* tem uma relevância muito grande, como forma de aprofundar conhecimento, promover a identificação de áreas prioritárias à

intervenção, a seleção de indicadores e diretrizes para o monitoramento, e assim promover um ambiente mais adequado para a aplicação do PSA, identificando como e onde utilizá-lo com segurança e garantindo assim a efetividade de seu uso.

*Devanir Garcia dos Santos*

Coordenador de Implementação de Projetos Indutores da  
na Agência Nacional de Águas

## Capítulo 1

### *Serviços ambientais hídricos..... 14*

O que são serviços ambientais hídricos? .....15

O pagamento por serviços ambientais hídricos .....18

Evolução do PSA na América Latina e Brasil.....21

Por que uma nova publicação sobre PSA?.....26

## Capítulo 2

### *Identificação de áreas prioritárias à intervenção em PSA hídricos..... 30*

Por que priorizar? .....31

Etapas propostas para priorização de áreas .....31

Definição de objetivos.....33

Identificação de ações para intervenção .....35

Definição de critérios .....35

Análise conjunta dos critérios:  
pontuação, ponderação e integração.....42

Validação .....46

## Capítulo 3

### *Seleção de indicadores para o monitoramento de PSA hídricos..... 50*

O que são indicadores? .....51

Modelo conceitual – o que é e para que serve?.....52

Oficina participativa para seleção de indicadores .....53

Critérios para seleção de indicadores .....55

## Capítulo 4

### *Diretrizes para o monitoramento de PSA hídricos..... 58*

Introdução .....59

O que é o monitoramento em um PSA hídrico? .....59

Para que monitorar PSA hídrico?.....60

Objetivos do monitoramento de um PSA hídrico .....60

Onde monitorar em um PSA hídrico? .....61

Quando monitorar em um PSA hídrico?.....63

Como monitorar um PSA hídrico?.....64

Como organizar e armazenar os resultados  
do monitoramento de um PSA hídrico? .....72

Como integrar e analisar os resultados do  
monitoramento de um PSA hídrico? .....73

### *Considerações finais ..... 79*



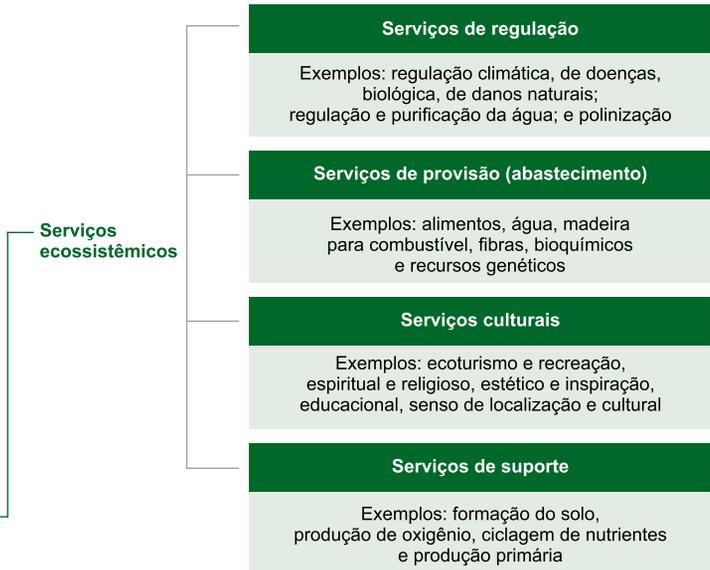
# Serviços ambientais hídricos

Azeneth Eufrausino Schuler, Rachel Bardy Prado, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo,  
Ana Paula Dias Turetta, Anita Diederichsen, Fernando Veiga, Renato Atanazio,  
Devanir Garcia dos Santos, Alba Leonor Martins

## O que são serviços ambientais hídricos?

Serviços ambientais são considerados uma modalidade dos serviços ecossistêmicos. De acordo com Daily (1997), serviços ecossistêmicos (SE) são “os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições de permanência da vida humana na Terra.” Já o Millennium Ecosystem Assessment (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003) define serviços ecossistêmicos como “os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas”. Apesar de serem conceitos similares, o último é o mais utilizado atualmente.

Para melhor caracterizar os serviços ecossistêmicos, o Millennium Ecosystem Assessment (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003) propôs classificá-los em quatro categorias: serviços de regulação, de provisão, culturais e de suporte. Segundo essa categorização, serviços de regulação são aqueles responsáveis por regular os processos, ciclos e funções do ecossistema; serviços de



Classificação de serviços ecossistêmicos.

Fonte: Millennium Ecosystem Assessment (2003).

provisão são assim chamados por garantirem o abastecimento de alimentos, combustíveis e outros bens de uso e consumo pela sociedade; serviços culturais referem-se a bens considerados intangíveis, como aqueles relacionados a valores estéticos, recreativos ou religiosos; por último, os serviços de suporte são os que criam condições para a geração dos demais serviços.

A partir do conceito de serviços ecossistêmicos, Brauman et al. (2007) definem serviços hidrológicos terrestres como os benefícios recebidos pelos seres humanos que são produzidos pela ação dos ecossistemas sobre as águas continentais, isto é, os corpos hídricos interiores ao continente, não oceânicos. Nesse caso, ecossistemas com ambientes marinhos são considerados apenas na interface com as águas continentais. São esses serviços:

- **Suprimento de água para usos extrativos diversos** – Refere-se à água destinada ao abastecimento público, agricultura, indústria, comércio, termoelétricas, por exemplo.
- **Suprimento de água in situ** – Relaciona-se à produção de água nos corpos hídricos propriamente, que possibilita serviços como produção de energia hidrelétrica, recreação, transporte, pesca e outros produtos do ambiente aquático em que não há consumo de água, em oposição à categoria anterior.
- **Mitigação de danos relacionados à água** – Refere-se à redução de danos, como cheias, salinização de solos em regiões áridas, intrusões salinas, assoreamento de corpos hídricos (rios, lagoas, reservatórios) e eutrofização de sistemas aquáticos.
- **Serviços culturais relacionados à água** – Relacionados a valores estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos.
- **Serviços hidrológicos de suporte ao ecossistema** – Possibilitam a geração de serviços das outras categorias, e compreendem, por exemplo, a provisão de água e de nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação e a formação de habitat de organismos aquáticos. Entre os tipos de habitat,

destacam-se as regiões estuarinas, como áreas de transição entre um rio e as águas oceânicas, caracterizadas por intensa troca entre os sistemas e alta biodiversidade e produtividade.

Considerando-se os conceitos de serviços ecossistêmicos hidrológicos terrestres e de serviços ambientais (SA), compreendem-se serviços ambientais hídricos como uma modalidade de serviços ecossistêmicos relacionados aos processos hidrológicos, cuja provisão pode ser garantida, mantida ou mesmo recuperada por intervenções humanas de proteção e conservação desses processos, inclusive mediante práticas de gestão adequadas nas diversas atividades produtivas beneficiárias dos recursos hídricos.

Já o termo **serviços ambientais** foi utilizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em seu relatório *State of Food and Agriculture (THE STATE..., 2007)*, como um subconjunto de serviços ecossistêmicos que “podem ser gerados como externalidades positivas de atividades humanas”. Segundo o relatório, isso ocorre, por exemplo, quando sistemas de produção agropecuária, além de gerarem

alimentos, fibras ou energia, contribuem para a manutenção da qualidade da água e do solo, a beleza cênica, o sequestro de carbono ou a preservação de espécies. Entre os benefícios proporcionados às sociedades por esses serviços, destacam-se as melhorias à saúde e à qualidade de vida.

Os serviços ambientais hídricos são fundamentais para a nossa sociedade, pois garantem a segurança hídrica. O papel de ecossistemas presentes nas bacias hidrográficas (florestas e áreas úmidas) vem sendo reconhecido como o de mantenedores da segurança hídrica (SMITH et al., 2008). O crescente reconhecimento tem também motivado esforços para a valoração desses serviços.

A valoração de serviços ecossistêmicos consiste em atribuir valores econômicos aos diversos serviços providos à sociedade pelo ecossistema, e tem sido alvo de críticas relacionadas à simplificação do valor da natureza a valores monetários. Por outro lado, identificar os valores dos ecossistemas associados à geração de recursos econômicos na sociedade contribui para a tomada de decisão por agentes responsáveis por proteger e manejar recursos naturais, com

base em valores da sociedade. Certamente, outros valores não monetários devem ser reconhecidos, como valores culturais e antropológicos, e diversos aspectos biológicos e ecológicos cuja compreensão é apenas parcial, o que torna complexo seu real dimensionamento.

Pioneiros na valoração de serviços ecossistêmicos, Costanza et al. (1997) estimaram o valor dos serviços ecossistêmicos globais em U\$ 33 trilhões para o ano de 1995. Em 2014, esses valores foram atualizados, com uma estimativa de U\$ 125 trilhões para os serviços ecossistêmicos globais no ano de 2011. Costanza et al. (2014) destacam que a valoração não é sinônimo de “comodificação” ou privatização dos serviços ecossistêmicos. Segundo os autores, por serem considerados como bens públicos ou comuns, os serviços ecossistêmicos não se enquadram no gerenciamento por mercados convencionais, sendo importante a sua valoração, por exemplo, para orientar as agências ou outros entes públicos responsáveis pela conservação dos serviços ecossistêmicos quanto à prioridade de investimentos em ações de recuperação, manutenção e proteção.

## O pagamento por serviços ambientais hídricos

A definição de pagamento por serviços ambientais é apresentada por Wunder (2005) como uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar esse serviço, é adquirido por, no mínimo, um comprador, de, no mínimo, um provedor do serviço.

Trata-se de uma estratégia inovadora, voluntária e negociada, que se distingue das medidas de comando e controle, isto é, dos instrumentos de gestão ambiental caracterizados pelo uso de penalizações como forma de forçar mudanças no comportamento do agente econômico gerador de algum impacto ambiental (VEIGA NETO, 2008). Por exemplo, no controle de poluição, as medidas de comando e controle baseiam-se em penalizações impostas aos agentes poluidores como forma de regular a geração de resíduos por esses. Diferentemente desse tipo de medida, o pagamento por serviços ecossistêmicos ou ambientais é considerado um instrumento econômico de

gestão ambiental, fundamentado nos princípios de usuário-pagador e de provedor-recebedor. Para efeito desse manual, utilizaremos o termo **pagamento por serviços ambientais** (PSA), uma vez que é essa modalidade de serviço ecossistêmico o objeto de interesse para remuneração, isto é, serviços do ecossistema cuja provisão pode ser recuperada ou mantida mediante intervenções humanas de conservação, muitas vezes relacionadas a atividades de produção.

O pagamento por serviços ambientais pode ser visto como uma forma de compensação pela provisão desses serviços. Veiga Neto (2008) explica o princípio da compensação por serviços ambientais da seguinte forma: “consiste no reconhecimento de que aqueles que contribuem para a manutenção e a provisão do serviço, como por exemplo, os detentores de

remanescentes florestais, devem ser recompensados por isto, e aqueles que se beneficiam do serviço devem pagar por ele, nesse caso a sociedade local, regional ou global”. Nesse contexto, o monitoramento de resultados torna-se um componente-chave como forma de comprovar e validar essa relação, principalmente quando o pagamento pelo serviço está ocorrendo (SMITH et al., 2008).

Os esquemas de pagamento por serviços ambientais contemplam diversos tipos de serviços, às vezes com foco num benefício ou serviço específico, outras vezes em serviços múltiplos. Entre os tipos de serviços ambientais mais frequentes nos esquemas de PSA, destacam-se:

- Sequestro e estoque de carbono – Visam mitigar emissões de gases do efeito estufa (GEE), pois o aumento de concentração desses gases na atmosfera terrestre é considerado

**Quer saber mais sobre incentivos econômicos para serviços ambientais?**

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas: Unicamp, 2009. 44 p. (IE/Unicamp. Texto para discussão, 155). Disponível em: <<http://www.avesmarinhas.com.br/Servi%C3%A7os%20ecossist%C3%AAmicos%20e%20sua%20import%C3%A2ncia%20econ%C3%B4mica.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

INCENTIVOS econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015. 118 p. Disponível em: <[http://www.forest-trends.org/publication\\_details.php?publicationID=4940](http://www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=4940)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

um vetor de mudança climática, além de ocasionar danos aos ecossistemas relacionados à poluição atmosférica.

- Conservação da biodiversidade – Voltados à preservação e à recuperação de ecossistemas, a fim de diminuir perdas consideráveis de biodiversidade do planeta.
- Serviços hídricos – Voltados à produção de água em quantidade e qualidade adequadas, mediante práticas para diminuir a erosão e a poluição hídrica.
- Beleza cênica – Projetos que visam preservar a paisagem natural para fins de turismo, apreciação da natureza e lazer.

Um esquema de PSA para serviços hídricos foi apresentado pela organização Forest Trends e publicado em relatório (BENNETT et al., 2013). Na Figura 1, mostra-se uma adaptação do esquema original, traduzido para o português.

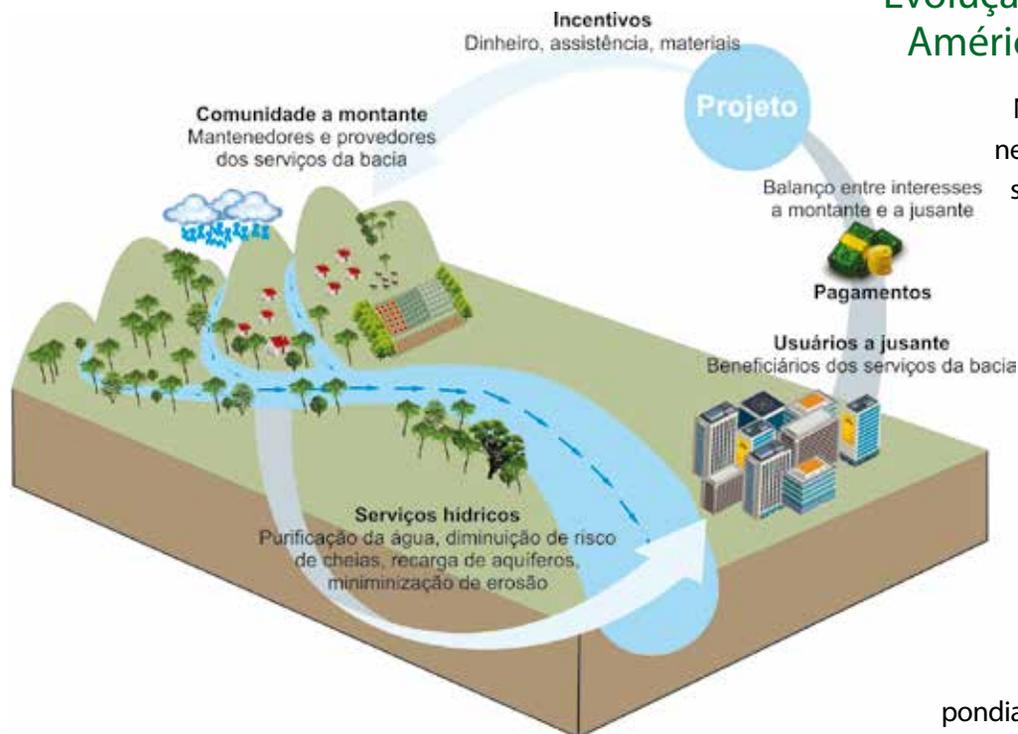
## *Programas e projetos em PSA hídricos: diferentes iniciativas para um objetivo comum*

Nas referências a pagamentos por serviços ambientais deste manual, consideram-se “programas” como iniciativas amplas nas escalas espacial e temporal e que envolvem diversos projetos de pagamento por serviços ambientais.

Os programas incentivam projetos de pagamento de serviços ambientais hídricos visando à conservação desses serviços e são voltados a um ou vários conjuntos de bacias ou regiões hidrográficas, com base em objetivos estabelecidos. Um exemplo é o Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas (ANA), órgão federal de gestão das águas.

Os “projetos” de PSA, por sua vez, são geralmente específicos a uma determinada região ou bacia, e podem, muitas vezes, estar incluídos em programas. Há projetos vinculados a programas fomentados por órgãos públicos, como o Produtor de Água ou programas estaduais, e projetos vinculados a iniciativas privadas.

Esta publicação utiliza o termo “iniciativa em PSA” ao se referir conjuntamente a programas e projetos em PSA. Destaca-se que ambos foram alvos dos estudos que fundamentaram este manual.



## Evolução do PSA na América Latina e Brasil

Na década de 1990, a Colômbia foi pioneira em promover a compensação por serviços ambientais no Vale do Rio Cauca, envolvendo um mecanismo de PSA entre os proprietários das nascentes e os plantadores de cana-de-açúcar, embora a expressão pagamentos por serviços ambientais (PSA) não fosse ainda utilizada. A experiência do Vale do Rio Cauca, uma das regiões mais férteis e de maior produtividade na Colômbia, foi motivada pela alta demanda de irrigação para os cultivos de cana-de-açúcar, café e frutas da região. A irrigação respondia por 86% da demanda total da bacia. Para garantir a manutenção da oferta de água, a Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), a Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña)

**Figura 1.** Serviços ambientais hídricos, seus provedores e usuários.

Fonte: Forest Trends, publicado em Bennett et al. (2013), adaptado.

e a organização não governamental (ONG) Corporacion Vallecaucana de las Cuencas Hidrográficas y el Medio Ambiente (Corpocuenca) trabalharam conjuntamente na estruturação do esquema de PSA com a formação de associações de usuários de água em cada uma das sub-bacias. Nesse sistema, os irrigantes pagam pelo consumo de água e o recurso é investido em projetos voltados à proteção de bacias para garantir o volume de água; à capacitação de atores locais, com a criação de fundos rotativos para financiar sistemas de produção locais; à infraestrutura de captação de distribuição; e à garantia da qualidade da água, mediante apoio à construção de plantas de tratamento, biodigestores, bem como à agricultura orgânica (BLANCO et al., 2008).

A experiência colombiana guarda semelhanças e diferenças com os esquemas típicos de PSA, representando uma estratégia inovadora. Após a instituição pela Costa Rica do Programa de Pagos por Servicios Ambientales (PPSA), em 1997, a estratégia se expandiu rapidamente em outros países (PAGIOLA et al., 2013).

Em 2009, mais de 150 programas e projetos similares estavam em operação na América Latina, abrangendo

cerca de 2,5 milhões de hectares. Essas iniciativas apresentavam como foco a conservação da água, o sequestro de carbono como mitigação às emissões de gases de efeito estufa e a manutenção da biodiversidade. Por meio delas, buscava-se oferecer incentivos positivos aos responsáveis pela gestão, uso e manejo das terras.

Relatório lançado por Bennett et al. (2013) apontava que em 2011 havia 205 programas ativos em todo o mundo correspondentes a uma área total aproximada de 117 milhões de hectares. Esse mesmo trabalho aponta que, na América Latina, o modelo de projeto que mais tem ganhado corpo é o de Fundos de Água, instrumento financeiro e de governança, estabelecido pela primeira vez em Quito, Equador, no ano 2000, no qual recursos públicos e privados, de forma combinada, são investidos em projetos de restauração e conservação dos ecossistemas, informados por uma robusta base científica. Nesse modelo, a alocação dos recursos busca maximizar a eficiência e a geração dos serviços ambientais esperados. No ano de 2016, havia 19 Fundos de Água estabelecidos em algumas das principais regiões metropolitanas

## Capítulo 1 Serviços ambientais hídricos

latino-americanas; espera-se que esse número chegue a 40 Fundos de Água até 2020. Essas iniciativas estão reunidas sob a coordenação da Aliança de Fundos de Água da América Latina, uma parceria estabelecida entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Fundação FEMSA, a The Nature Conservancy (TNC) e o Global Environment Facility (GEF).

No Brasil, o fomento ao pagamento por serviços ambientais hídricos (PSA hídricos) tomou fôlego a partir de 2006, com a criação do Programa Produtor de Água, da ANA.

O Programa Produtor de Água tem como principal foco o controle da poluição rural, sendo dirigido prioritariamente às bacias hidrográficas de importância estratégica para o País. O programa baseia-se no compromisso voluntário dos participantes e promove o desenvolvimento de projetos de pagamento por serviços ambientais de proteção hídrica, isto é, que visam à melhoria da qualidade das águas, à ampliação da oferta hídrica e à regularização da vazão fluvial.

### *Objetivos do Programa Produtor de Água*

- Estimular o desenvolvimento das políticas de PSA de proteção hídrica no Brasil.
- Apoiar projetos em áreas com as seguintes características:
  - Áreas de mananciais de abastecimento público.
  - Presença de conflito de usos dos recursos hídricos.
  - Problemas relacionados à baixa qualidade das águas.
  - Vazões e regimes de rios sensivelmente alterados.
  - Ocorrência de eventos hidrológicos críticos.
- Difundir o conceito de manejo integrado do solo, da água e da vegetação.
- Garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas de produção, mediante práticas de manejo implantadas por meio de incentivos, inclusive financeiros, aos agentes selecionados.

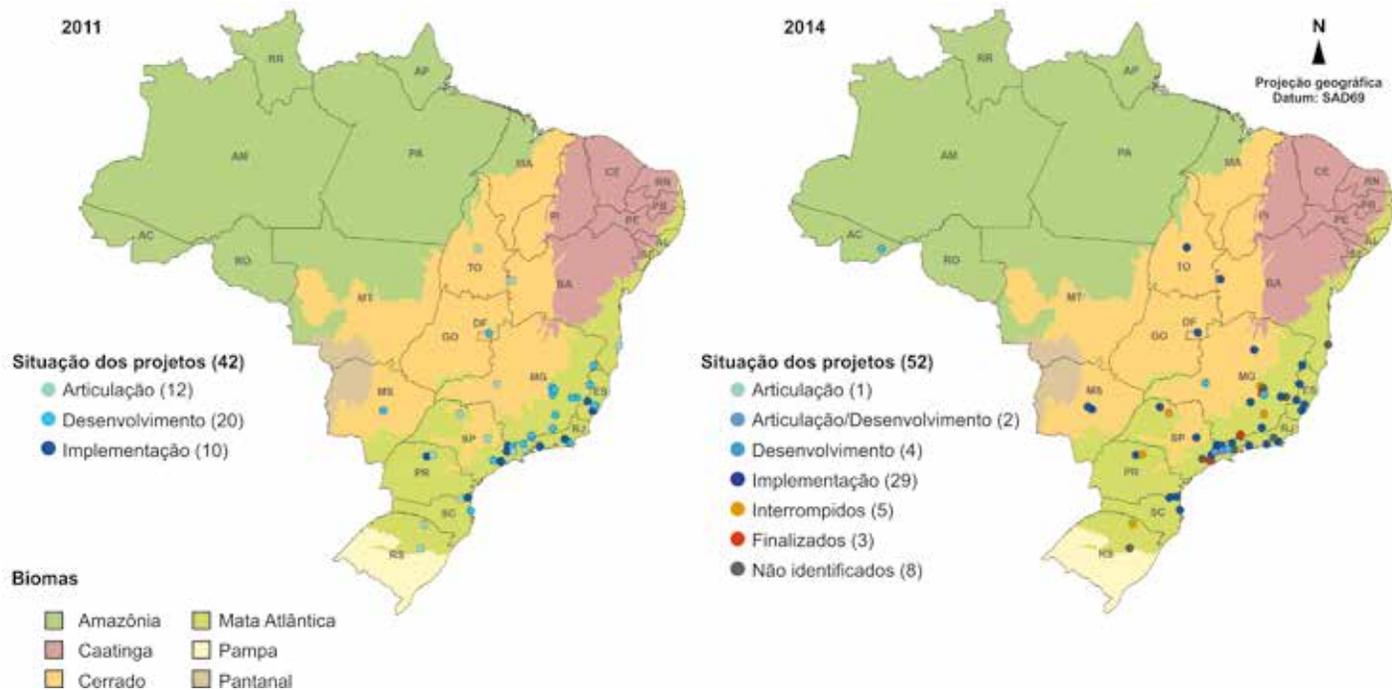
O primeiro projeto no País, chamado Conservador das Águas, foi instituído em Extrema, Minas Gerais, por iniciativa da prefeitura, e com apoio do Programa Produtor de Água da ANA e de outros parceiros, como o Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais e a ONG The Nature Conservancy (TNC), contando também com recursos do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Jundiá e Capivari (Comitê de Bacias PCJ). Desde então, as experiências de PSA hídrico se desenvolveram em vários estados. Em 2011, seis anos após o início do projeto em Extrema, 42 projetos de PSA foram identificados no país, sendo dez em fase inicial (Figura 2). O número total saltou para 52 em 2014, com 29 implementados. Embora a maioria dos projetos esteja vinculada ao Programa Produtor de Água, algumas iniciativas independentes surgiram, com uso de recursos privados ou de fontes municipais e estaduais.

A despeito do rápido crescimento e disseminação no País, a concretização de um projeto de PSA, ainda que vinculado a um programa estruturado como o Produtor de Água, envolve uma série de desafios:

- Como planejar um projeto de PSA?

- Como fazer a articulação de um projeto de PSA?
- Onde obter recursos para o PSA?
- Como selecionar áreas para estabelecer um projeto de PSA?
- Por que monitorar é importante?
- Como fazer um monitoramento eficaz e de baixo custo?

Os projetos e o próprio Programa Produtor de Água passaram por um processo de aprendizado e evolução nos últimos anos. Atualmente, são consideradas três etapas básicas do desenvolvimento de um projeto, e, em cada uma, são necessários procedimentos para atender aos objetivos traçados: (1) articulação (fase inicial, de estabelecimento das parcerias), (2) desenvolvimento (fase intermediária, de planejamento e desenho de ações e intervenções preliminares) e (3) implementação (fase efetiva do projeto em andamento, após assinatura de contrato e com realização de pagamentos ao produtor). Os procedimentos de cada etapa podem ser comuns às iniciativas de PSA em geral, ou relacionados às características ou demandas locais das bacias e municípios onde se encontram.



**Figura 2.** Localização dos projetos de PSA hídricos nas fases de articulação, desenvolvimento e implementação.

Fonte: Prado et al. (2015).

## Por que uma nova publicação sobre PSA?

Em 2011, profissionais de instituições envolvidas com o principal programa de PSA hídrico do Brasil, o Produtor de Água, apontaram a escassez de informações para questões importantes, como a seleção das áreas prioritárias para o desenvolvimento de intervenções visando manter ou ampliar a oferta dos serviços ambientais, bem como orientações para o monitoramento e a avaliação dos projetos.

A fim de contribuir para suprir essa lacuna, foi desenvolvido um projeto para organizar e sistematizar informações sobre metodologias aplicadas no Brasil e em outros países para a escolha de áreas para projetos de PSA, para o monitoramento das ações adotadas por esses projetos e a avaliação de seus efeitos sobre os serviços ambientais a partir de indicadores.

Assim, no Projeto Fortalecimento do Conhecimento, Organização da Informação e Desenvolvimento de Ferramentas para Apoio aos Programas de Pagamentos por

### Quer saber mais sobre experiências de PSA hídrico?

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 272 p. (MMA. Série biodiversidade, 42). Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoes\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

LAVRATTI, P.; TEJEIRO, G. (Org.). **Direito e mudanças climáticas**: pagamento por serviços ambientais: experiências locais e latino-americanas. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014. 143 p. (Direito e mudanças climáticas, 7). Disponível em: <[http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo\\_20140116191615\\_3560.pdf](http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20140116191615_3560.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

MANUAL operativo: Programa Produtor de Água. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2012. 84 p. Disponível em: <[http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001\\_10\\_12.pdf](http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%20%2001_10_12.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 372 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS I EXTREMA – MG. **Conservador das águas**: dez anos. [2015]. Disponível em: <<http://www.nature.org/media/brasil/conservador-de-aguas-10-anos.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

WATER funds: conserving green infrastructure: a guide for design, creation and operation. Bogotá: The Nature Conservancy, 2012. 135 p. Disponível em: <<http://www.nature.org/media/freshwater/latin-america-water-funds.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

Serviços Ambientais Hídricos, desenvolvido na Embrapa e instituições parceiras, foram realizados:

- Compilação, sistematização e análise de informações bibliográficas sobre as metodologias de interesse para projetos e programas de PSA.
- Workshops temáticos para a seleção de indicadores e para a avaliação de metodologias, ambos realizados na Embrapa Solos (Rio de Janeiro, RJ) com a presença de especialistas de diversas áreas.
- Publicações sobre metodologias para seleção de áreas prioritárias para intervenção em PSA, seleção de indicadores, e monitoramento de PSA, apresentadas respectivamente nos Capítulos 2, 3 e 4 deste manual.
- Estruturação de um sistema de banco de dados para garantir a organização e acessibilidade das informações sobre métodos de seleção de áreas prioritárias, indicadores e monitoramento de PSA hídrico. Com esse sistema, é possível realizar buscas a partir, por exemplo, de palavras-chaves, locais, autores e títulos de referências.

Os workshops foram também oportunidades de interação entre profissionais da área e fizeram parte do processo de formação de uma rede de profissionais envolvidos com PSA hídrico no País.

Os próximos capítulos deste manual apresentam a síntese de informações sistematizadas pelo projeto referentes às seguintes etapas das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos:

- Identificação de áreas prioritárias à intervenção em PSA hídricos.
- Seleção de indicadores para o monitoramento de PSA hídricos.
- Diretrizes do monitoramento de PSA hídricos.

## Referências

BENNETT, G.; CARROLL, N.; HAMILTON, K. **Charting new waters**: state of watershed payments 2012. Washington, DC: Forest Trends, 2013. Disponível em: <[http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3308.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3308.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

- BLANCO, J.; WUNDER, S.; NAVARRETE, F. **La experiencia colombiana en esquemas de pagos por servicios ambientales**. 2008. Disponível em: <[http://www.cifor.org/pes/publications/pdf\\_files/colombia\\_experience.pdf](http://www.cifor.org/pes/publications/pdf_files/colombia_experience.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, p. 67-98, 2007. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; PLOEG, S. van der; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158, May 2014. Disponível em : <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014000685>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. van den. The Value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, May 1997. Disponível em: <[http://www.esd.ornl.gov/benefits\\_conference/nature\\_paper.pdf](http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island, 1997. 392 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island, 2003. 245 p. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. (Org.). **Experiências de pagamento por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2013. 336 p. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/548371468021548454/pdf/864940WP0P088000PORTUGUESE0PSAivro.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos e ambientais na agropecuária. In: PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 413-456.
- PRADO, R. B.; COSTA, M.; LIMA, A. P. M.; SCHULER, A. E.; GUIMARÃES, J.; FIDALGO, E. C. C.; TURETTA, A. P. D.; PEDREIRA, B. C. C. G.; COUTINHO, H. L. C.; MONTEIRO, J. M.; CLEMENTE, E.; MARTINS, A. L.; OLIVEIRA, A. P. Payment for ecosystem water services (PES) in Brazil (2011 to 2014): main opportunities and challenges. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS NEOTRÓPICOS, 4., 2015, Mar del Plata: Geap, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131594/1/2015-061.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.
- SMITH, M.; DE GROOT, D.; PERROT-MAÎTRE, D.; BERGKAMP, G. **Pay: establishing payments for watershed services**. Gland: IUCN, 2008. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2006-054.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2016.
- THE STATE of food and agriculture. Rome: FAO, 2007. (FAO agriculture series, 38). Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200e/a1200e00.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

VEIGA NETO, F. C. da. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil**. 2008. 286 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://r1.ufrrj.br/cpda/wp-content/uploads/2011/09/tese\\_fernando\\_veiga\\_netto.pdf](http://r1.ufrrj.br/cpda/wp-content/uploads/2011/09/tese_fernando_veiga_netto.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

WUNDER, S. **Payments for environmental services: some nuts and bolts**. Bogor Barat: Center for International Forestry Research, 2005. 24 p. (CIFOR occasional paper, 42). Disponível em: <[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-42.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.



# Identificação de áreas prioritárias à intervenção em PSA hídricos

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Ana Feital Gjorup, Rachel Bardy Prado, Azeneth Eufrausino Schuler, Renato Atanazio, João Luis Bittencourt Guimarães, Fernando Veiga

## Por que priorizar?

Há duas grandes questões no processo de definição de pagamento por serviços ambientais (PSA) hídricos, que dependem da escala do programa ou projeto, aqui chamados iniciativas.

A primeira é: **onde desenvolver uma iniciativa de PSA hídrico?** Pergunta que envolve a escolha da área para a implantação de um PSA hídrico, que pode ser uma bacia hidrográfica, um município ou sub-bacias hidrográficas.

Uma vez que foi selecionada a área para implantação da iniciativa de PSA hídrico, a segunda pergunta a ser feita é: **em que locais deverão ser realizadas as intervenções?** Nesse caso, é necessário definir por onde começar, pois os recursos geralmente não são suficientes para abranger todas as áreas que necessitam de intervenção e, por isso, precisam ser otimizados.

Para responder a essas questões, é necessário dar um passo atrás, conhecer melhor a realidade em que o PSA será organizado, estabelecer os objetivos para sua implantação e seguir um método que auxilie na priorização de ações e locais de intervenção. Neste capítulo, descrevemos algumas etapas para auxiliar nesse processo.

## Etapas propostas para priorização de áreas

Antes de iniciar a seleção das áreas de intervenção, é necessário ter bem claras as condições para a implantação de um PSA hídrico e sua viabilidade. Ou seja, deve-se conhecer:

- 1) Os problemas que se buscam resolver – Por exemplo, a melhoria da qualidade da água, a redução dos custos com o seu tratamento, o aumento da disponibilidade de água, a redução de risco a enchentes, ou ainda, a

### Quer saber mais sobre priorização?

ALIGNING water fund investment prioritization in Latin America: general guidance. Disponível em: <[http://www.naturalcapitalproject.org/pubs/Water\\_Fund\\_Prioritization\\_Guidance\\_Document.pdf](http://www.naturalcapitalproject.org/pubs/Water_Fund_Prioritization_Guidance_Document.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

manutenção dos serviços ambientais diante de alguma ameaça à sua provisão.

- 2) As causas desse problema – Como o uso inadequado da terra, a presença de fontes de poluição, o aumento de erosão, a perda de cobertura vegetal em locais onde ela é necessária, como as áreas de preservação permanente, dentre outros.
- 3) A escala do investimento, seja em âmbito de localidade, bacia hidrográfica, município ou outra escala.
- 4) Os atores envolvidos – Que podem ser os provedores de serviços, os beneficiários, os poluidores, os investidores, dentre outros.
- 5) As fontes de recursos para a implementação e o funcionamento do PSA.
- 6) Os mecanismos de incentivo ou compensação, monetários e não monetários, para os prestadores dos serviços ambientais – O pagamento em dinheiro, a compra de insumos, o acesso facilitado ao crédito

e a dedução de impostos são algumas das formas de incentivo.

Nessa etapa, define-se a demanda, ou seja, a motivação para a implantação de uma iniciativa de PSA hídrico, assim como os seus principais potenciais financiadores, que de alguma forma irão se beneficiar social ou economicamente dos resultados gerados pela iniciativa. Definida a demanda, as demais etapas do processo de seleção de áreas prioritárias podem ser desenvolvidas. Como o objetivo neste manual é o detalhamento

#### Quer saber mais sobre as etapas para priorização de áreas em PSA?

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 1, n. 1, p. 225-238, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2016000100225&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2016000100225&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. (Ed.). **Memória do Workshop Metodologias de Apoio aos Programas de PSA Hídricos no Brasil: experiências e desafios**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 76 p. (Embrapa Solos. Documentos, 182). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148792/1/DOC-182-Memoria-do-Workshop-PSA-Hidrico.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

da priorização de áreas, passaremos diretamente a essas etapas.

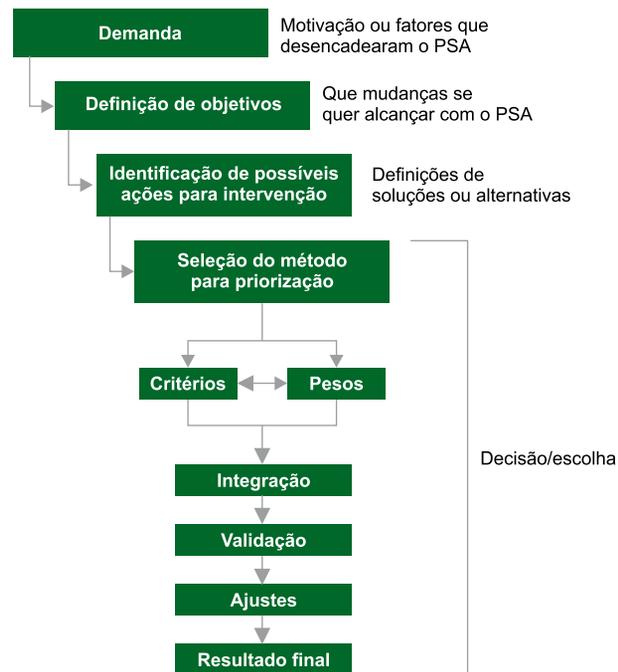
## Definição de objetivos

Conhecendo as demandas, que incluem a identificação dos problemas que se buscam resolver, e suas causas, definem-se os objetivos.

Nessa etapa, é importante estruturar os objetivos, definindo objetivo geral e objetivos específicos, os quais orientarão as demais etapas do processo de priorização de áreas.

No caso de PSA hídrico, para definir os objetivos é necessário responder às questões: que mudanças se quer alcançar com a oferta dos serviços ambientais hídricos? E que mudanças se quer alcançar com a oferta de outros benefícios associados, como benefícios socioeconômicos e/ou de outros serviços ambientais?

Os objetivos variam entre iniciativas de PSA hídricos. A seguir são listados exemplos de objetivos identificados



Fluxo das etapas para priorização de áreas para intervenção em PSA.

## Exemplos de objetivos estabelecidos em iniciativas de PSA hídrico

### Relacionados aos serviços ambientais hídricos:

- Controlar a poluição da água.
- Melhorar a qualidade da água.
- Favorecer a infiltração de água no solo.
- Controlar o transporte de sedimentos.
- Regular o fluxo hídrico.
- Favorecer a recarga de aquíferos.
- Proteger nascentes.
- Proteger áreas de preservação permanente (APP).
- Adotar medidas para a conservação de bacias hidrográficas.

### Relacionados aos serviços socioeconômicos:

- Reduzir a pobreza.
- Fortalecer as populações rurais.
- Melhorar a qualidade de vida.
- Valorizar e fortalecer a participação de diferentes grupos sociais e culturais.
- Fortalecer a igualdade de gênero.

### Relacionados a outros serviços ambientais:

- Reduzir o desmatamento.
- Manter a vegetação natural.
- Conservar a biodiversidade.
- Conservar habitats.
- Preservar espécies ameaçadas.
- Reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE).
- Manter a beleza cênica.

em um levantamento realizado por Gjorup et al. (2016), analisando relatos de experiências de PSA.

Muitas vezes os objetivos são associados a metas desejáveis, sendo expressas em termos quantitativos associados ao que se busca alcançar e em um prazo determinado, por exemplo, melhorar a qualidade da água reduzindo em 50% a sua turbidez em 2 anos.

### DICA

Para definir objetivos, comece sempre a frase com verbos.

Reveja cada objetivo proposto perguntando: o que queremos dizer com isso?

## Identificação de ações para intervenção

Essa é uma etapa importante para estruturar o processo de decisão. Requer o conhecimento prévio sobre o problema, suas causas e os objetivos traçados. As ações são estabelecidas para alcançar as mudanças desejadas, traçadas nos objetivos. Sua escolha deve ser adequada à realidade local, considerando o meio biofísico e as condições socioeconômicas e culturais.

As ações variam entre as iniciativas de PSA hídricos. A seguir são listadas ações propostas pelo Programa Produtor de Água e outras identificadas no levantamento realizado por Gjorup et al. (2016).

## Definição de critérios

Como as etapas anteriores, essa também é importante para o processo de priorização de áreas. Nesse caso, quanto mais bem definidos e estruturados estiverem os objetivos, mais facilmente os critérios serão definidos e aplicados.

## *Ações previstas no Programa Produtor de Água*

**Práticas mecânicas para a conservação do solo e da água** – Tais como subsolagem, construção de terraços, de barragens de captação e infiltração de água de chuva, readequação de estradas rurais e outras tecnologias adaptáveis à região de implantação do projeto.

**Práticas de recuperação florestal** – Voltadas ao restabelecimento da cobertura vegetal com fins de proteção hídrica, podem incluir o cercamento de áreas, a produção de mudas, o plantio, enriquecimento, a regeneração natural e a conservação.

**Atividades de educação ambiental** – Como palestras, cursos, reuniões, seminários, eventos e material de divulgação.

Lembrando-se das questões colocadas no início deste capítulo:

- 1) Onde desenvolver uma iniciativa de PSA hídrico?
- 2) Em que locais deverão ser realizadas as intervenções?

Notamos que essas questões nos remetem à escolha de áreas de diferentes escalas, por exemplo, bacias hidrográficas (questão 1) e áreas marginais a um trecho de determinado rio (questão 2), e em etapas diferentes do processo. Para cada uma delas, é definido um conjunto diferente de critérios. Os itens a seguir tratam de critérios considerando as questões 1 e 2, respectivamente.

### DICA

Para a definição dos critérios, guie-se sempre pelos problemas e não pelos dados disponíveis. Os dados disponíveis, como mapas, levantamentos censitários etc., devem auxiliar a entender melhor o problema e não devem ser os indutores dos critérios.



### *Outros exemplos de ações desenvolvidas em iniciativas de PSA hídricos*

- Recuperação e restauração de áreas degradadas.
- Ações para apoiar/incentivar a produção em bases sustentáveis.
- Proteção/intervenção em áreas ecologicamente relevantes.
- Transações sobre direitos de uso da água.
- Supressão do fogo.
- Gestão de águas pluviais.
- Tecnologias para limitar descarga de poluentes.
- Ações visando à redução das disparidades de desenvolvimento social.
- Ações de saneamento rural.

## Critérios para definição de onde desenvolver uma iniciativa de PSA

Como estamos tratando de PSA hídrico, é muito comum a escolha de bacias hidrográficas como unidades para o desenvolvimento de iniciativas. Mas quais as características dessas bacias que as tornam prioritárias? Critérios estabelecidos pelo Programa Produtor de Água, pela iniciativa Oásis da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e pela The Nature Conservancy (TNC); apresentadas nas páginas 38 e 39, podem ser tomados como exemplos.

## Critérios para seleção de locais de intervenção

Definida a região onde será desenvolvida a iniciativa de PSA, o próximo passo é selecionar os locais para a execução de intervenções. A seleção desses locais envolve avaliar as características de propriedades ou posses. Nesse caso, podemos definir dois tipos de critérios para seleção de áreas prioritárias: de elegibilidade e de priorização dos locais de intervenção.

**Elegibilidade** – Reúne os critérios para a seleção de proprietários/produtores rurais, e suas propriedades/posses, que poderão participar, ou seja, quesitos que o candidato a beneficiário deve atender para participar de uma iniciativa de PSA. Em geral, os critérios de elegibilidade são critérios de veto, ou seja, caso não apresente essas condições, o proprietário/posseiro não poderá participar.

A seguir são listados os critérios de elegibilidade para participar de iniciativas de PSA identificados no levantamento realizado por Gjorup et al. (2016):

- A área deve ser localizada na bacia selecionada.
- O produtor deve apresentar disposição em participar.
- O produtor deve assumir os compromissos firmados.
- O produtor deve residir na bacia selecionada.
- A propriedade ou posse deve ser comprovada.
- Deve-se atender a um tamanho mínimo de propriedade ou posse.



*Segundo o Programa Produtor de Água, a sub-bacia deve atender ao maior número dos seguintes critérios*

---

- Ser um manancial de abastecimento de água para uso urbano ou industrial.
- Ser um manancial de fornecimento de água para a geração de energia elétrica.
- Estar inserida em bacias hidrográficas que já tenham os instrumentos de gestão, previstos na Lei 9.443/97 (BRASIL, 1997), implementados.
- Estar inserida em uma bacia hidrográfica cujo Plano de Recursos Hídricos identifique problemas de poluição difusa de origem rural, erosão e déficit de cobertura vegetal em áreas legalmente protegidas.
- Ter um número mínimo de produtores rurais interessados que possa viabilizar a aplicação do programa.
- Estar em situação de conflito de uso dos recursos hídricos.
- Estar sujeita a eventos hidrológicos críticos recorrentes.

*A iniciativa Oásis recomenda alguns critérios que devem ser selecionados conforme os objetivos da iniciativa e características locais e regionais*

---

- Áreas prioritárias para a conservação da natureza (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio, do Ministério do Meio Ambiente – MMA, programas estaduais, etc.).
  - Entorno de Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral e interior de UCs de uso sustentável.
  - Áreas que possibilitem a formação de corredores de biodiversidade entre UCs ou grandes remanescentes de vegetação nativa relevantes para a região.
  - Áreas com maior densidade de drenagem (maior densidade de rios e nascentes).
  - Áreas com maior cobertura florestal nativa.
  - Áreas com menores índices de urbanização.
  - Áreas de recarga hídrica.
  - Bacias hidrográficas com comitês de bacias estabelecidos.
  - Bacias ou sub-bacias abastecedoras de sistemas públicos de fornecimento de água para consumo humano ou contribuintes de reservatórios.
  - Bacias hidrográficas onde esteja implantado algum instrumento de gestão previsto. Nesse caso, buscam-se as bacias que atendem ao maior número dessas condições ou critérios estabelecidos. Não sendo necessário atender a todos.
- 

*A TNC, em parceria com Science for Nature and People (SNAP), elaborou um estudo para identificar as cidades latino-americanas prioritárias para receber investimentos em conservação de bacias hidrográficas*

---

Os critérios utilizados foram:

- Sazonalidade da disponibilidade e falta de água.
- Retorno sobre o investimento, comparando-o aos gastos para o tratamento da água.
- Mitigação dos riscos de inundação.

Os critérios foram aplicados para analisar a eficácia do emprego das três estratégias de conservação mais empregadas para reduzir a sedimentação e a poluição em razão do uso de fertilizantes em bacias que provêm água para grandes cidades, quais sejam: proteção de áreas, reflorestamento e restauração da vegetação ciliar.

- Deve-se atender a um tamanho mínimo de área para intervenção na propriedade ou posse.
- A área deve apresentar Cadastro Ambiental Rural.
- Deve-se comprovar adequação ambiental da propriedade ou apresentar compromisso de adequação firmado.

Os critérios de elegibilidade, além de seguirem os objetivos previamente definidos, também são definidos segundo as normas da iniciativa, que podem apresentar, por exemplo, restrições jurídicas ou institucionais para a elaboração de contratos. É importante destacar que, quanto mais critérios estabelecidos, mais alto é o nível de exigência e restrição à participação.

**Priorização** – Uma vez selecionadas as propriedades ou posses que poderão participar (elegíveis), é necessário definir quais as áreas em que a intervenção deve ser priorizada, ou seja, por onde começar. Alguns critérios também são utilizados para fins de desempate, quando necessário.

## *Exemplos de critérios para seleção de propriedades ou posses para execução de intervenções*

---

- Proporção de área natural ou proporção de área conservada.
- Proporção de área de preservação permanente conservada.
- Proporção de áreas de alta declividade.
- Proporção de áreas de alto risco de erosão.
- Proporção de diferentes usos da terra.
- Localização no entorno ou em áreas de unidades de conservação.
- Densidade de drenagem.
- Áreas de recarga hídrica.
- Número de nascentes.
- Prática de agricultura orgânica certificada.
- Desenvolvimento de agricultura familiar.
- Renda.
- Participação em outros projetos já desenvolvidos.

## *Exemplos de critérios para priorização de locais para intervenção*

---

- Áreas de alta declividade.
- Áreas de alto risco de erosão ou sedimentação.
- Áreas de ocorrência de processos erosivos e/ou de sedimentação.
- Áreas prioritárias para aumento da infiltração de água no solo, melhoria da qualidade e quantidade de água, constância do regime de vazão e/ou diminuição da poluição.
- Áreas com pouca cobertura vegetal em áreas de preservação permanentes (APP).
- Áreas com maior densidade de drenagem.
- Áreas ativas de rio.
- Áreas potenciais para ampliar a conectividade da paisagem ou possibilitar a formação de corredores de biodiversidade.
- Áreas de interesse para a conservação de habitats.
- Áreas com potencial para o sequestro de carbono.

Algumas iniciativas estabelecem critérios para a seleção de propriedades ou posses nas quais se iniciarão as ações de intervenção. Nesse caso, os critérios são aplicados considerando toda a propriedade ou posse, por exemplo, a proporção de sua área coberta por vegetação natural. Outros exemplos estão listados na página 40.

Outras preferem identificar os locais onde a intervenção deve ser priorizada dentro da área de atuação da iniciativa de PSA.

Também há casos em que é exigido o desenvolvimento de projetos por propriedade ou posse para a execução de uma ou mais intervenções. Nesse caso, a priorização ou seleção pode ser feita por projeto analisando-se os benefícios alcançados por cada um.

As iniciativas de PSA hídrico estabelecem critérios para alcançar mudanças na oferta dos serviços ambientais hídricos; outras também incluem critérios para alcançar benefícios socioeconômicos ou benefícios associados a outros serviços ambientais. Mas aqui é importante

lembrar que os critérios devem sempre estar associados aos objetivos definidos previamente.

O levantamento realizado por Gjorup et al. (2016) mostrou uma grande diversidade de critérios empregados em iniciativas de PSA hídricos para a seleção dos locais de intervenção (página 40).

DICA

• Importante considerar os tipos de critérios:

**Obrigatórios:** somente são escolhidas áreas que atendem àquela condição, a qual pode ser a presença ou ausência de alguma característica ou situação, ou apresentar características que ultrapassam ou ficam abaixo de determinado limiar.

**Desejáveis ou limitantes:** quanto mais as áreas apresentarem as condições favoráveis estabelecidas, maior é a possibilidade de serem selecionadas. O inverso também é verdadeiro, quanto menos apresentarem condições favoráveis, menor a possibilidade de serem selecionadas. Nesse caso, o resultado final da avaliação dependerá da integração do conjunto de critérios desejáveis e limitantes.

• Em geral os critérios de elegibilidade são os obrigatórios, e os desejáveis ou limitantes são os de priorização.

• Um mesmo critério, por exemplo, tamanho de área, pode ser aplicado para elegibilidade (obrigatório) ou para priorização (desejável ou limitante), a depender das características da iniciativa e de seus objetivos.

## Análise conjunta dos critérios: pontuação, ponderação e integração

Quando vários critérios são analisados conjuntamente, é importante estabelecer uma forma para sua integração visando obter uma avaliação final ou uma pontuação final. Nesse caso, temos três passos.

**Passo 1. Definir a forma de avaliação de cada critério e padronizar de forma a torná-los comparáveis**

As avaliações de cada critério podem ser qualitativas, por exemplo, utilizando as classes: ruim, satisfatório e bom; ou podem ser quantitativas, atribuindo-se escalas de valor e funções matemáticas. A avaliação dependerá das características de cada critério.

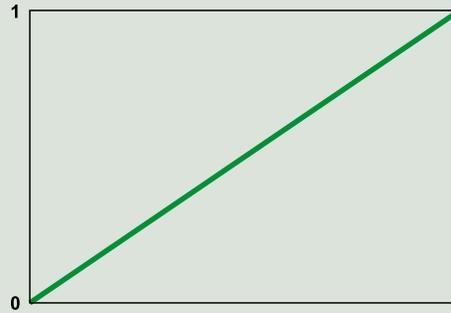
A padronização deve ser feita para que os critérios possam ser analisados conjuntamente. Pode-se padronizar atribuindo valor 0 para o pior desempenho e valor 1 para o melhor.

### Exemplo de critério, sua avaliação e padronização

#### Critério: perda de solo

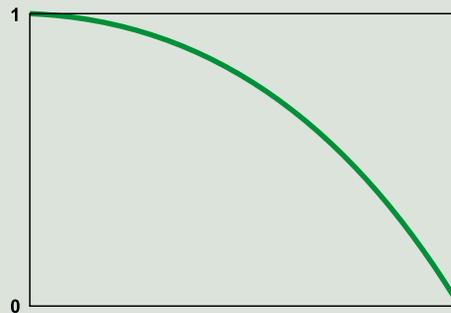
Perda de solo (t/ha/ano)	Avaliação do critério	Padronização (valores entre 0 e 1)
<10	Muito baixa	0,00
10 a 20	Baixa	0,25
20 a 50	Média	0,50
50 a 100	Alta	0,75
>100	Muito alta	1,00

## Exemplos de funções de padronização



100% de Área de Preservação  
Permanente (APP)

0% de APP  
(sem vegetação)



Alta vulnerabilidade  
à erosão

Baixa vulnerabilidade  
à erosão

## Passo 2. Estabelecer pesos diferenciados para os critérios

Nem todos os critérios têm a mesma importância para a seleção de áreas prioritárias. A atribuição de pesos diferenciados para os critérios permite que os mais importantes tenham maior peso na análise integrada.

Aqui seguem exemplos de três formas de atribuição de pesos diretamente aos critérios:

- **Classificação dos pesos**, por exemplo, baixa, média e alta importância, atribuindo valores como 1, 2 e 3.
- **Ordenamento ou ranqueamento dos pesos**, definindo uma ordem de importância para cada critério, por exemplo, atribuindo valores 1, 2, 3, 4...
- **Atribuição de nota**, nesse caso considera-se uma escala, por exemplo, de 0 a 10, de 0 a 100...

Exemplo de ponderação de critérios

Critério	Classificação	Ordenamento	Nota
Perda de solo	2 (média)	2	8
Presença/ausência de cobertura vegetal	2 (média)	3	7
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	1 (alta)	1	10

### Passo 3. Integrar todos os critérios e pesos para obtenção da nota final

O último passo é necessário para obter um resultado final ou nota final de forma que ela represente a integração dos critérios e seus pesos.

No exemplo ao lado é importante destacar que os critérios aplicados são os mesmos, e sua pontuação foi padronizada no intervalo 0 a 1. A ponderação seguiu o método de atribuição de nota, no intervalo de 0 a 10.

Considerando que valores maiores refletem as piores condições para o fornecimento dos serviços ambientais hídricos e, portanto, indicam as áreas prioritárias para intervenção, a priorização de áreas nesse exemplo segue a ordem: 1 - 3 - 2.

Exemplo de análise integrada dos critérios e pesos, considerando três situações.			
Critério	Valor padronizado do critério	Peso	Subtotal
<b>Situação 1 (Área 1)</b>			
Perda de solo	0,25	8	2,00
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	7	3,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,80	10	8,00
<b>Total da avaliação para Área 1</b>			<b>13,50</b>
<b>Situação 2 (Área 2)</b>			
Perda de solo	0,50	8	4,00
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	7	3,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,20	10	2,00
<b>Total da avaliação para Área 2</b>			<b>9,50</b>
<b>Situação 3 (Área 3)</b>			
Perda de solo	0,75	8	6,00
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	7	3,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,20	10	2,00
<b>Total da avaliação para Área 3</b>			<b>11,50</b>

### Quer saber mais sobre métodos para integrar critérios e pesos?

A Fundação Boticário de Proteção à Natureza desenvolveu, na iniciativa Oásis, um método para valoração dos serviços ambientais prestados por propriedades fundamentado em combinar uma compensação pelo custo de oportunidade da terra com uma premiação pelos serviços ambientais fornecidos. O método permite a flexibilidade ao considerar as características físicas, ambientais, sociais e econômicas da região do projeto. Ele apresenta relação com a priorização de ações de intervenção, uma vez que estimula o desenvolvimento de um conjunto de ações consideradas prioritárias em face aos objetivos e características de cada iniciativa de PSA (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA, 2016).

## Validação

A análise integrada apresenta como resultado a indicação das áreas a serem priorizadas. Mas o quanto podemos confiar nesse resultado? Devemos considerar que a subjetividade está presente ao longo de todo o processo

de priorização. Por isso é importante buscar formas de validar os resultados.

Há diversos métodos para fazer essa avaliação, nos quais se pode contar com a participação dos atores envolvidos na iniciativa de PSA e de especialistas em recursos hídricos e áreas afins. A seguir apresentamos alguns métodos simplificados.

- 1) Pode-se verificar a influência de alguns critérios no resultado final alterando ou retirando esses critérios da análise e comparando os resultados obtidos nas duas situações: com o critério e com ele modificado ou retirado. Esse método é empregado para identificar a influência de alguns critérios, por exemplo, de difícil análise ou de valor impreciso, no resultado final. Também ajuda a identificar se pequenas mudanças em algum critério, ou conjunto de critérios, podem causar grandes alterações no resultado final. Isso mostraria o quanto o resultado é dependente dele e alertaria para o cuidado na sua utilização.

2) Outro método proposto envolve o ordenamento dos resultados, por exemplo, do melhor resultado para o pior, e a verificação cuidadosa dos melhores. Nesse caso, é importante verificar se os melhores resultados apresentam, para todos os critérios, condições adequadas para sua seleção. Essa análise permite identificar a ocorrência de erros que levam a considerar como bom um resultado que apresente alguma condição inadequada ou limitante para algum dos critérios analisados.

3) Também é importante avaliar os pesos atribuídos, seu impacto no resultado final, principalmente considerando que sua atribuição sempre tem uma parcela de subjetividade. Nesse caso, um método similar ao citado no item 1 pode ser aplicado: altera-se o peso de algum(ns) critério(s) para verificar as mudanças no resultado final.

Utilizando o exemplo anterior, vimos que o grande peso atribuído ao critério “risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos” resultou na priorização da área de maior risco de contaminação. Mas, observando a

tabela da página 48, o que acontece com a sequência de prioridades (a) se retirarmos esse critério ou (b) se considerarmos todos os pesos iguais?

A sequência de priorização nos três casos é:

Análise inicial	Área 1 – Área 3 – Área 2
(a) Sem considerar o critério “risco de contaminação...”	Área 3 – Área 2 – Área 1
(b) Considerando todos os pesos iguais	Área 1 – Área 3 – Área 2

**DICA**

Existem métodos e ferramentas computacionais que contribuem para a compreensão da oferta dos serviços ambientais em uma região, e alguns podem auxiliar a identificar os impactos de ações de intervenção sobre esses serviços e priorizar essas ações e os locais para sua intervenção. Como exemplo, há os programas de livre acesso desenvolvidos pelo Projeto Natural Capital e parceiros (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2016).

**Resultados da análise integrada ao retirar um critério (a)  
e ao considerar os pesos iguais (b).**

<b>Critério</b>	<b>Valor padronizado do critério</b>	<b>Peso (a)</b>	<b>Subtotal (a)</b>	<b>Peso (b)</b>	<b>Subtotal (b)</b>
<b>Situação 1 (Área 1)</b>					
Perda de solo	0,25	7	2,00	1	0,25
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	8	3,50	1	0,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,80	0	0,00	1	0,80
<b>Total da avaliação para Área 1</b>			<b>5,50</b>		<b>1,55</b>
<b>Situação 2 (Área 2)</b>					
Perda de solo	0,50	7	4,00	1	0,50
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	8	3,50	1	0,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,20	0	0,00	1	0,20
<b>Total da avaliação para Área 2</b>			<b>7,50</b>		<b>1,20</b>
<b>Situação 3 (Área 3)</b>					
Perda de solo	0,75	7	6,00	1	0,75
Presença/ausência de cobertura vegetal	0,50	8	3,50	1	0,50
Risco de contaminação devido ao uso de agroquímicos	0,20	0	0,00	1	0,20
<b>Total da avaliação para Área 3</b>			<b>9,50</b>		<b>1,45</b>

Esses resultados mostram que o critério “risco de contaminação” está determinando a priorização das áreas. Somente quando ele é retirado da análise, ocorre uma alteração no ordenamento da priorização. Se o perigo existe e isso tem importância na região, como foi apontado pelo elevado peso atribuído a esse critério, então a análise parece válida, pois reflete essa situação.

## Referências

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 26 out. 2016.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA.

**Oásis**: como implantar. Disponível em: <<http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/o-que-fazemos/oasis/pages/oasis-como-implantar.aspx>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

GJORUP, A. F.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E. Análise de procedimentos para seleção de áreas prioritárias em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 1, n. 1, p. 225-238, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2016000100225&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2016000100225&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

NATURAL CAPITAL PROJECT. Disponível em: <<http://www.naturalcapitalproject.org/>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA. **Manual operativo**. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2012. 84 p. Disponível em: <[http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%202001\\_10\\_12.pdf](http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Manual%20Operativo%20Vers%C3%A3o%202012%202001_10_12.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

WATER FUNDS. Disponível em: <[http://waterfunds.org/sites/default/files/booklet\\_tnc\\_letter\\_ingles\\_non\\_methodology\\_baja.pdf](http://waterfunds.org/sites/default/files/booklet_tnc_letter_ingles_non_methodology_baja.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.



# Seleção de indicadores para o monitoramento de PSA hídricos

Ana Paula Dias Turetta, Rachel Bardy Prado, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo,  
Azeneth Eufrausino Schuler, Heitor Luiz da Costa Coutinho

## O que são indicadores?

Indicadores são instrumentos que, de forma simples, expressam uma mensagem complexa, resultante da atuação de numerosos fatores. Por essa característica de sintetizar processos complexos, o interesse por indicadores eficazes e capazes de demonstrar o impacto de projetos de pagamento por serviços ambientais (PSA) hídricos é crescente. No entanto, não é tarefa fácil escolher os melhores indicadores a serem utilizados em cada estudo de caso. Um dos motivos é a abundância de parâmetros que podem ser usados como indicadores.

Uma forma que pode facilitar o início do processo de escolha dos indicadores é responder a **três perguntas básicas**: indicadores para quê (objetivo)? Indicadores para quem



## Indicadores x parâmetros

O parâmetro é a forma como se obtém um dado ou informação capaz de avaliar um determinado fenômeno, por exemplo, a quantidade de chuva, que é denominada pluviosidade. Para tal, é preciso fazer uso de uma metodologia específica, pois o parâmetro possui um uso mais restrito.

Já quando tratamos um parâmetro como indicador, inferimos a ele um significado mais abrangente, além da sua medida. Exemplo: a pluviosidade pode ser utilizada como um indicador de risco de deslizamento em áreas de montanha. Os indicadores são constituídos de um ou mais parâmetros – nesse caso, quando existe a integração de dois ou mais parâmetros, chamam-se de índices como, por exemplo, o índice de desenvolvimento humano (IDH).

(usuários)? Qual a disponibilidade de recursos (humanos e financeiros) para o monitoramento dos indicadores?

Outras perguntas que podem assessorar a escolha dos indicadores: qual o nível de factibilidade de obtenção de um indicador? Qual é a relevância do indicador como representativo de mudanças em um serviço ambiental?

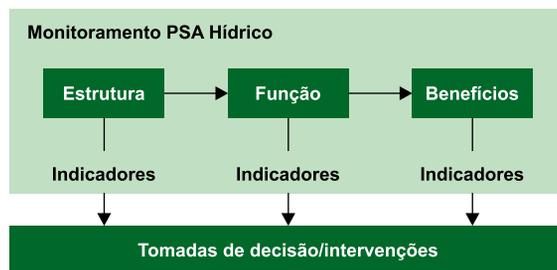
## Modelo conceitual – o que é e para que serve?

Um modelo conceitual poderá ajudar na organização e desenvolvimento do raciocínio sobre indicadores e sua seleção. O modelo conceitual evidencia conceitos importantes sobre o tema, suas associações e desdobramentos. Nesse manual, apresentaremos um estudo de caso sobre definição de indicadores para monitoramento de iniciativas de PSA hídricos. Os potenciais usuários

desses indicadores são tomadores de decisão envolvidos com o estabelecimento e monitoramento de iniciativas de PSA hídricos. Para esse estudo de caso, também foi estabelecido que a prioridade fosse a definição de indicadores simples e de baixo custo.

A primeira etapa do trabalho foi realizar um extenso levantamento de parâmetros utilizados como indicadores para monitoramento de iniciativas de PSA hídricos em andamento no Brasil e na América Latina. Esse levantamento foi feito pela internet, buscando-se por publicações e informações específicas dessas iniciativas, tais como Projeto Conservador das Águas de Extrema (em Minas Gerais), Programa Produtores de Água e Floresta (no Rio de Janeiro), Projeto Oásis (no Paraná e em São Paulo), Projeto Produtor de Água (no Espírito Santo), Projeto Mina D'Água (em São Paulo).

Para organizar as informações levantadas, optou-se por utilizar o modelo conceitual modificado



a partir de Haines-Young e Potschin (2010) e Martín-López et al. (2013).

## Oficina participativa para seleção de indicadores

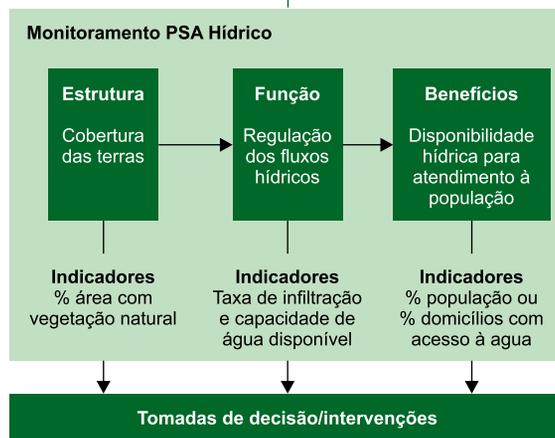
Após o levantamento de informações e organização de acordo com o modelo conceitual proposto, foi realizada uma oficina com cerca de 40 profissionais multidisciplinares com experiência na temática de serviços ambientais a fim de dar maior representatividade ao processo de seleção e ordenamento dos indicadores. Nessa oficina, foram considerados sete serviços ambientais para a seleção de indicadores para monitoramento de PSA hídrico: dois de provisão (suprimento de água e alimento), quatro de regulação (regulação hídrica, controle de erosão, qualidade

do solo e manutenção de habitats) e um cultural (cultural/recreação).

Na oficina, os participantes opinaram pela organização dos indicadores de acordo com o modelo conceitual e sugeriram outros indicadores, de acordo com sua *expertise*. Os trabalhos foram conduzidos em grupos menores específicos para cada serviço ambiental considerado.

Os trabalhos foram desenvolvidos tendo como base o modelo conceitual e suas etapas – estrutura, função e benefícios.

A estrutura representa as condições do meio biofísico, que lhe conferem a capacidade de prover um determinado serviço ambiental. É na estrutura que as intervenções das iniciativas de PSA são realizadas por meio das ações previstas em cada projeto/programa de PSA hídrico. São considerados indicadores



de estrutura aqueles parâmetros que diagnosticam o status do ambiente como, por exemplo, dados sobre uso e cobertura das terras.

Para exemplificar, consideremos o serviço “regulação hídrica”. O parâmetro “% de área de vegetação natural” é um indicador da estrutura “cobertura das terras”. Uma das ações geralmente previstas em projetos de PSA é a recomposição de áreas de preservação permanente (APPs); assim, essa ação modificará a porcentagem de área de vegetação natural e, conseqüentemente, a estrutura considerada, ou seja, a cobertura das terras na área de abrangência do projeto.

Na sequência do modelo conceitual, tem-se a função desempenhada pela estrutura, considerando-se o mesmo serviço ambiental. Compreende-se que as funções desempenhadas pelo ecossistema são inúmeras e com muitas inter-relações, mas, para facilitar o processo de análise, optou-se por avaliar aquelas funções com maior relação ao serviço considerado e, conseqüentemente, os indicadores correlatos. Podem ser considerados indicadores de função aqueles parâmetros que expressam

o desempenho de funcionalidades inerentes aos ecossistemas. Considerando o exemplo anterior, da estrutura “cobertura das terras”, uma das funções desempenhadas por essa estrutura, no âmbito do serviço de regulação hídrica, é a regulação de fluxos hídricos. Entre os parâmetros utilizados como indicadores associados a essa função, figuram a taxa de infiltração e a água disponível, isto é, a capacidade de armazenamento de água no solo disponível à vegetação.

Para finalizar o encadeamento proposto pelo modelo conceitual, têm-se os benefícios gerados por essas funções, considerando-se determinado serviço. Esses benefícios representam os impactos da provisão do serviço ambiental, resultante do funcionamento ecossistêmico (funções), sobre o bem-estar da sociedade, e seus indicadores podem ser utilizados para a avaliação e

**DICA**

De um modo geral, pode-se dizer que a estrutura e a função representam a dimensão ecossistêmica do serviço, enquanto os benefícios representam a sua dimensão socioeconômica, e que as alterações realizadas na estrutura afetarão a função e, conseqüentemente, os benefícios gerados por um determinado serviço ambiental.

monitoramento de impactos das iniciativas de PSA. Por esse motivo, foram relacionados essencialmente os indicadores socioeconômicos, por refletirem a forma de como a sociedade se apropria de um dado serviço ambiental. No exemplo abordado (serviço de regulação hídrica), considerou-se como benefício a disponibilidade de água para atendimento à população, que teve como indicador a porcentagem de pessoas ou de domicílios com acesso à água.

## Critérios para seleção de indicadores

Após a organização e inserção dos indicadores de acordo com o modelo conceitual, seguiu-se para a seleção participativa dos indicadores. Para tal, foram utilizados critérios de seleção dos indicadores de serviços ambientais – os participantes da oficina foram convidados a estabelecer notas para cada indicador de acordo com quatro critérios: relevância, viabilidade, clareza e sensibilidade.

Relevância	Viabilidade	Clareza	Sensibilidade
Importância do indicador para a avaliação da estrutura, função e benefício.	Custo e facilidade de obtenção e de análise do indicador, disponibilidade para atender à frequência adequada de análise, infraestrutura necessária, entre outros.	Simplicidade e facilidade de compreensão e comunicação pelo tomador de decisão. O quão claramente um indicador mostra determinado fenômeno.	Capacidade de detectar impactos relativos às mudanças ou intervenções realizadas no âmbito do PSA hídrico.

Ao final dessa fase, foi gerado como resultado uma lista de indicadores de acordo com os critérios de seleção de indicadores para cada serviço ambiental definido. O processo foi realizado de forma participativa por profissionais de diversas áreas, o que conferiu visões

abrangentes e múltiplas à elaboração das listas finais de indicadores para os serviços avaliados. Na [tabela](#) a seguir, estão listados alguns indicadores sugeridos para os serviços ambientais considerados.

Suprimento de água	Regulação hídrica	Produção de alimentos	Controle de erosão	Qualidade do Solo	Manutenção de habitats	Cultural
Oxigênio dissolvido (OD)	Coefficiente de escoamento de base (Qbase/precipitação)	Quantidade de alimento produzido	Perda de solo estimada por área	Estabilidade de agregados (IEA)	Espécies ameaçadas de extinção	Ocorrências de locais importantes relacionados ao patrimônio cultural e ambiental
Potencial hidrogeniônico (pH)	Vazão de referência (Q7,10 ou Q95)	Área de produção agropecuária irrigada (hectares de área plantada sob irrigação)	Ocorrência de erosão (número de pontos de erosão por área)	Grau de estrutura	Ocorrência de espécies exóticas invasoras	Nível de conservação dos locais de importantes relacionados ao patrimônio cultural e ambiental
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Nível freático	Diversidade da produção (quantidade de cultivos e áreas destinadas aos mesmos)	Taxa de sedimentação no reservatório	Taxa de infiltração de água	Estágio sucessional	Porcentagem da ocorrência em áreas protegidas (incluindo UCs, terras indígenas e comunidades tradicionais)

DICA

Não esqueça! Para cada estudo de caso, diferentes critérios podem ser estabelecidos e utilizados para seleção dos indicadores de serviços ambientais. Pense sempre no seu objetivo específico, nas perguntas que quer responder! Indicadores não adequados podem mascarar situações reais como, por exemplo, parâmetros físico-químicos indicadores de qualidade de água muitas vezes não são alterados por descargas poluentes de fontes pontuais ou difusas, como de herbicidas eventualmente utilizados em revegetação de APPs.

## Referências

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

MARTÍN-LÓPEZ, B.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GARCÍA-LLORENTE, M.; MONTES, C. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, part A, p. 220-228, Feb. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1300109X>>. Acesso em: 26 out. 2016.

### Quer saber mais sobre seleção de indicadores?

FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M. da; SOUSA, D.V. de; FONTES, A. A. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 271, p. 12-25, nov./dez. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81585/1/Indicadores-sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2016.

PROJETO OÁSIS. **Guia de implantação**. Curitiba: Fundação Grupo Boticário, 2012.

TURETTA, A. P. D.; PRADO, R. B.; COUTINHO, H. L. da C.; FIDALGO, E. C. C.; SCHULER, A. E.; MARTINS, A. L. da S.; DIEDERICHSEN, A.; KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; BUSTAMANTE, J. M.; PARRON, L. M.; BUCKUP, P. A.; ATANAZIO, R.; PIRES, M. de M.; FERREIRA, J. M. **Memória da Oficina Ranqueamento de Indicadores de Serviços Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 164). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147029/1/Doc-164-Memoria-Oficina.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2016.

UNEP. **Developing and mainstreaming ecosystem service indicators for human wellbeing**: gaps, opportunities and next steps. [S.l.: s.n.], 2009. 33 p. Report from the workshop on Ecosystem Service Indicators. Disponível em: <[http://old.unep-wcmc.org/medialibrary/2010/10/31/2e08c7fd/EcosystemServiceIndicators\\_Workshop\\_Report\\_Final.pdf](http://old.unep-wcmc.org/medialibrary/2010/10/31/2e08c7fd/EcosystemServiceIndicators_Workshop_Report_Final.pdf)>. Acesso em: 4 jul. 2016.



# Diretrizes para o monitoramento de PSA hídricos

Rachel Bardy Prado, Azeneth Eufrausino Schuler, Ana Paula Dias Turetta,  
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, João Luis Bittencourt Guimarães, Anita Diederichsen,  
Devanir Garcia dos Santos, Fernando Veiga, Renato Atanazio, Alba Leonor Martins

## Introdução

O monitoramento tem sido citado como um gargalo nas iniciativas de pagamento por serviços ambientais (PSA) hídricos, pela falta de recursos e equipe técnica, pelos custos elevados, dentre outros aspectos. Muitas vezes tem-se restringido à avaliação do cumprimento de intervenções previstas dos termos estabelecidos em contrato, com a finalidade de verificar se o pagamento deve ou não ser efetuado ao produtor. O propósito deste capítulo é apresentar, de forma simples, diretrizes para planejamento e execução do monitoramento dos PSA hídricos no Brasil, a fim de contribuir para a identificação dos seus impactos, tanto para a melhoria da provisão de serviços ambientais como para o bem-estar da população envolvida.

## O que é o monitoramento em um PSA hídrico?

O monitoramento tem o papel de acompanhar a evolução das características ambientais, socioeconômicas e culturais da área onde o PSA hídrico foi implantado,

### Quer saber mais sobre desafios no monitoramento?

LIMA, A. P. M.; ALBUQUERQUE, R. H.; PRADO, R. B.; 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. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94057/1/pagamento-por-servicos.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

NOVAES, R. M. L. Monitoramento em programas e políticas de pagamentos por serviços ambientais em atividade no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, ano 22, v. 2, p. 408-431, out. 2014. Disponível em: <<http://r1.ufrjr.br/esa/V2/ojs/index.php/esa/article/view/405>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

SANTOS, R. F.; VIVAN, J. L. **Pagamento por serviços ecossistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão.** Brasília, DF: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Européia-Brasil, 2012. Disponível em: <[http://sectordialogues.org/sites/default/files/mmaa\\_-\\_publicacao\\_-\\_4\\_conv.pdf](http://sectordialogues.org/sites/default/files/mmaa_-_publicacao_-_4_conv.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2016.

VEIGA, F.; GALVADÃO, M. Iniciativas de PSA de conservação dos recursos hídricos na Mata Atlântica. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. p. 123-146. (MMA. Série biodiversidade, 42). Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoes\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2016.

identificando seus principais impactos. Primeiramente é importante construir um plano de monitoramento, prevendo recursos financeiros, humanos, equipamentos, seleção de indicadores e métodos de monitoramento, bem como definição da logística necessária, cronograma de ação e implementação do monitoramento propriamente dito. O monitoramento se inicia conhecendo as condições da área antes da implantação do programa ou projeto, ou seja, traçando o que se denomina linha de base ou marco zero.

## Para que monitorar um PSA hídrico?

- a) Para saber se as intervenções estão sendo eficazes, gerando impactos positivos nos serviços ambientais e no bem-estar da população envolvida (aspectos socioeconômicos e culturais).
- b) Para avaliar a estratégia de ação e, caso necessário, ajustá-la, implementando assim outro tipo de manejo adequado.

- c) Para apresentar aos investidores um balanço dos resultados obtidos, propiciando uma indicação do retorno de investimento e visando à continuidade do pagamento, ou mesmo o envolvimento de novos financiadores.
- d) Para apoiar gestores municipais, estaduais, de bacias hidrográficas, de unidades de conservação, dentre outros na formulação de políticas públicas.
- e) Para o fortalecimento da relação de credibilidade entre o pagador e o recebedor.

## Objetivos do monitoramento de um PSA hídrico

Para que a mensuração do impacto das ações dos PSA hídricos nos serviços ambientais e no bem-estar da população envolvida seja efetiva, o estabelecimento dos objetivos do monitoramento se torna essencial. A seguir, estão elencados alguns desses objetivos contemplados em iniciativas de PSA hídricos no Brasil.

## Capítulo 4 Diretrizes para o monitoramento de PSA hídricos

O estabelecimento de metas também pode tornar o monitoramento mais prático e facilitar a avaliação dos impactos dos PSA hídricos. Ao propor “melhorar a qualidade da água”, por exemplo, é possível estabelecer metas concretas, como a “redução em 50% da turbidez da água”, que nesse caso seria alcançado pela redução da produção de sedimentos, resultante de diferentes intervenções como restauração de APPs, construção de bacias de contenção, entre outros.

### Onde monitorar em um PSA hídrico?

Trata-se de um aspecto muito importante a ser considerado e está também relacionado aos objetivos traçados e aos recursos e equipe disponíveis para o monitoramento. Nessa etapa, algumas perguntas precisam ser respondidas:

#### a) **Qual será a abrangência do monitoramento?**

O resultado do monitoramento está diretamente relacionado às intervenções dos PSA hídricos. Quando o foco é a conservação e a gestão da água,

### *Exemplos de objetivos traçados para o monitoramento de PSA hídricos no Brasil*

- Avaliar o cumprimento das metas estabelecidas na lei e no contrato dos proprietários para efetuar o pagamento.
- Nortear ações de reparo e manutenção das intervenções.
- Avaliar o impacto das atividades do programa ou projeto na qualidade e quantidade da água disponível na bacia.
- Avaliar o impacto das atividades do programa ou projeto na biodiversidade.
- Avaliar o impacto socioeconômico das atividades do programa ou projeto nos produtores e demais atores envolvidos.
- Avaliar a mudança de uso e cobertura da terra e seus impactos na qualidade e sazonalidade do fluxo dos corpos de água.
- Avaliar o grau de contribuição que a restauração e a conservação das áreas naturais de cada propriedade podem gerar para a manutenção da qualidade ambiental da região de mananciais abrangida pelo programa ou projeto.
- Avaliar o nível de erosão e a erodibilidade do terreno após a implantação do programa ou projeto.
- Obter resultados para dar suporte à tomada de decisão dos gestores locais.
- Identificar ações que poluem a água.

geralmente se utiliza a bacia hidrográfica como unidade de atuação, o que está previsto também na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Os PSA hídricos têm utilizado as microbacias, que são unidades menores da bacia hidrográfica, cujo canal principal é um curso d'água de baixa ordem. Nesse caso, recomenda-se selecionar para o monitoramento uma ou mais microbacias onde as intervenções estejam ocorrendo (isto é, microbacias contempladas pelo programa ou projeto de PSA e com ações concretas), mas também uma ou mais microbacias sob mesmas condições de uso e cobertura da terra, declividade e solos, onde as intervenções não estejam ocorrendo (não contempladas pelo programa ou projeto de PSA). Por fim, recomenda-se identificar uma ou mais microbacias de referência (microbacia com predomínio de vegetação natural e que não esteja sofrendo ações de PSA, onde se espera que a provisão de serviços ambientais seja a melhor possível para o estado atual da bacia). Esse é o modelo que vem sendo utilizado por alguns dos PSA hídricos que compõem a Parceria Fundos de Água para a

América Latina (ALIANÇA DE FUNDOS DE ÁGUA DA AMERICA LATINA, 2016).

- b) **Quanto e onde serão os pontos de monitoramento?** Essa decisão relaciona-se aos tipos de intervenção que se pretende fazer no âmbito do PSA hídrico, exemplificados no Capítulo 2 deste manual. Os pontos de amostragem devem ser orientados em relação aos locais onde estejam ocorrendo as intervenções, no monitoramento da vegetação, do solo, da fauna e de outros aspectos da paisagem. No monitoramento da água, o ponto deve estar localizado no curso d'água em trecho imediatamente a jusante das áreas sob intervenção, onde os diferentes componentes do ciclo hidrológico atuam. É recomendado no mínimo três pontos de amostragem para cada tipo de intervenção ou intervenções conjuntas, assim como três pontos nas áreas onde não há intervenção do PSA hídrico. Se, na área de referência, houver predomínio de vegetação natural, pode-se monitorar um número menor de pontos visando reduzir custos. O ideal é que essas situações relacionadas a

DICA

Fator importante é o acesso ao ponto de monitoramento, que deve ser fácil. Não adianta estar em local bem representativo e não poder ser monitorado, por exemplo, no período chuvoso.

Para o monitoramento socioeconômico, as informações podem ser obtidas com a participação da população envolvida no PSA hídrico.

ações de intervenção sejam monitoradas em diferentes microbacias, de forma que uma não afete a outra em relação aos respectivos fluxos hídricos. Trata-se de abordagem denominada como monitoramento de bacias pareadas. Outra forma de monitorar é estabele-

cer, no curso d'água, um ponto a montante e outro a jusante das áreas sob intervenção na microbacia. Em relação ao monitoramento dos aspectos socioeconômicos, pode-se, por exemplo, aplicar entrevistas para coleta de informações antes da implantação das intervenções do PSA e ao longo das mesmas, junto aos produtores envolvidos ou em uma amostra desses produtores. Pode-se também utilizar estatísticas produzidas por órgãos como IBGE para acompanhar alterações no perfil socioeconômico local e regional, considerando a frequência e amostragem estabelecidas pelos órgãos.

## Quando monitorar em um PSA hídrico?

A frequência do monitoramento depende da natureza dos indicadores que se pretende monitorar, mas também da disponibilidade de equipes, de recursos financeiros, de equipamentos e das particularidades e condições climáticas do local. Lembrando mais uma vez que o monitoramento deve se iniciar com o marco zero, antes que se iniciem as intervenções, pois as condições naturais, mesmo em bacias preservadas, podem ser diferentes. A água tem sua dinâmica intensificada pela sazonalidade climática, portanto precisa ser monitorada com maior frequência, embora os efeitos das intervenções das iniciativas de PSA hídricos no manejo e uso das terras possam levar anos para serem percebidos em alguns parâmetros de qualidade e quantidade de água.

Com relação ao solo, com exceção de eventos extremos de chuva que podem ocasionar ou intensificar processos erosivos, em geral apresenta alterações lentas e, portanto, resposta lenta às intervenções. Nesse caso, uma frequência menor de monitoramento pode ser suficiente no âmbito

de um PSA hídrico. Contudo, indicadores como a matéria orgânica dos solos podem exigir uma frequência maior, pois a sua alteração em função das intervenções é mais rápida. Parâmetros relacionados à regeneração da vegetação natural, como a deposição de serapilheira, o recrutamento de espécies e o crescimento de plantas, podem ser avaliados com maior frequência no início do monitoramento (5 anos iniciais), quando há maior dinâmica sucessional; contudo a frequência será posteriormente reduzida.

No monitoramento por meio de imagens de satélite da restauração ou conservação florestal, as alterações somente serão perceptíveis em médio e longo prazo. Isso depende da disponibilidade de imagens de satélite com resolução espacial adequada, bem como do conhecimento de técnicas de processamento de imagens de satélite e da demanda de programas computacionais especializados.

Para o monitoramento dos aspectos socioeconômicos e culturais, alguns indicadores poderão ter resposta rápida, como o aumento da renda a partir do início do pagamento, mas, em outros casos, como a melhoria no

aspecto visual da paisagem, as respostas serão de médio e longo prazos.

De acordo com o modelo proposto no Capítulo 3 deste manual, para agrupar os indicadores passíveis de serem utilizados em um monitoramento de PSA hídrico e pensando em viabilidade econômica e logística, foi elaborada a Tabela 1, que visa sugerir algumas frequências para o monitoramento.

## Como monitorar um PSA hídrico?

O monitoramento pode ocorrer de diferentes formas, dependendo dos objetivos, da natureza dos indicadores que se pretende monitorar, bem como dos recursos, do nível de capacitação das equipes e dos equipamentos disponíveis. Basicamente pode ser feito das seguintes formas:

- **Coletas de amostras em campo e análise em laboratórios** – Esse tipo de monitoramento requer métodos e laboratórios especializados para fazer as análises, por isso exige um tempo maior para a

**Tabela 1.** Sugestões de frequência para o monitoramento de PSA hídrico.

Componentes	Exemplos indicadores	Frequência sugerida	
Estrutura	Cercas construídas, estradas adequadas, plantio de mudas, regeneração natural	Bimestral	
	Infraestrutura de saneamento, tratamento de esgoto, disposição de resíduos sólidos	Semestral	
	% cobertura vegetal	Bianual	
Serviços ambientais	Suprimento de água (ênfoque na qualidade da água)	Turbidez (ou total de sedimentos em suspensão), pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, carbono orgânico total, nitrato, coliformes termotolerantes	Mensal <sup>1</sup>
		Presença de peixes, insetos aquáticos e macrófitas aquáticas	Mensal <sup>2</sup>
	Regulação hídrica (ênfoque na quantidade de água)	Vazão fluvial, precipitação pluviométrica, nível freático	Mensal <sup>1</sup>
	Produção de alimentos e matéria-prima	Produção agrícola, utilização de insumos, manejo conservacionista	Por ciclo da cultura
	Controle de erosão	Taxa de sedimentação nos corpos hídricos, presença de processos erosivos	Semestral (período chuvoso e seco)
		Turbidez, perda de solos	Mensal
	Manutenção de habitats	Diversidade de espécies (fauna e flora), riqueza de espécies, serrapilheira, diversidade de peixes e insetos aquáticos, presença de espécies polinizadoras, aves, biomassa aérea, fauna do solo	Semestral (período chuvoso e seco)
% cobertura vegetal		Bianual	

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Componentes	Exemplos indicadores	Frequência sugerida
Serviços ambientais	Índice de estabilidade de agregados (IEA), resistência à penetração, infiltração de água	Anual
	Nível de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC), estoque de carbono, presença de contaminantes, taxa de decomposição	Semestral
	Ocorrência e nível de conservação de áreas do patrimônio histórico-cultural e ambiental, sítios arqueológicos e geológicos, ocorrência de espécies endêmicas	Bienal
	% cobertura vegetal	
Benefícios	Indicadores de qualidade e quantidade de água para abastecimento	Mensal
	Produção agrícola, utilização de insumos, manejo conservacionista	Por ciclo da cultura
	Indicadores de qualidade do solo	Semestral ou anual
	Grau de percepção ambiental da população, renda na propriedade, geração de emprego, acesso da população a lazer e recreação, meios de comunicação, grau de articulação social, nível de satisfação com o PSA hídrico, taxa de migração para a área urbana, preço da terra, investimentos atraídos pelo PSA na região	Anual
	% cobertura vegetal (melhoria da qualidade da paisagem e atrativos para o turismo, por exemplo)	Bienal

<sup>1</sup> Lembre-se que há equipamentos que podem ser instalados em campo, que fazem a medição hidrometeorológica automática em tempo real (vazão, precipitação e outros), permitindo uma frequência muito maior, por exemplo, de minutos, o que seria ideal e é muito importante para o caso de modelagem hidrológica. Também há equipamentos portáteis (sondas multiparamétricas ou medidores de parâmetros físico-químicos individualizados) que permitem medir continuamente alguns indicadores de qualidade de água em campo, permitindo uma maior frequência das medições e redução de custos.

<sup>2</sup> Estes são indicadores que podem ser observados em campo.

obtenção dos resultados. Geralmente possui custo elevado. Ressalta-se que a coleta, acondicionamento, transporte, preparo e armazenamento das amostras requerem cuidados específicos, que, se não seguidos corretamente, poderão interferir na qualidade dos resultados.

DICA

Independente da frequência que se estabeleça para o monitoramento, é fundamental se estabelecer uma linha de base, isto é, fazer o marco zero da amostragem ou coleta de dados, antes que ocorram as intervenções no âmbito do PSA hídrico.

Monitoramento por meio de coleta de amostras e análise em laboratórios: coleta de amostra de água em campo (A); amostras de água acondicionadas em recipientes de plástico (B); equipamentos de laboratório para determinação de parâmetros de qualidade da água (C e D); amostra indeformada de solos em anéis volumétricos (E); amostra de solo utilizando trado (F) e amostra de solos para análise microbiológica (G).



- **Medições por sensores** – Ocorrem com uso de equipamentos instalados em campo, capazes de registrar dados em tempo real, isto é, continuamente, conforme necessidade do monitoramento, e ainda transmitir por telemetria esses dados para uma base computacional fora da área experimental. O custo inicial desse tipo de monitoramento costuma ser mais elevado e é realizado quando se pretende registrar dados em ocasiões que representem toda a variabilidade temporal dos eventos hídricos. Além disso, essa forma de monitoramento pode ser estabelecida para se obter dados por um longo prazo, e assim garantir séries históricas que permitam a aplicação de análises estatísticas mais robustas, modelos matemáticos e simulações futuras, visando ao entendimento dos impactos dos PSA hídricos principalmente nas funções e serviços ambientais.

Esse tipo de monitoramento requer uma instituição responsável para rotineiramente calibrar

**DICA**

Recomenda-se que os equipamentos sejam instalados em locais seguros e cercados, para não ficarem sujeitos à depredação e danos por pessoas, animais ou pela chuva, sol e vento.

os sensores, coletar os dados obtidos e registrados em um sistema computacional, assim como para realizar a manutenção dos equipamentos. Podem ser considerados nesse tipo de monitoramento também os sensores remotos a bordo de satélites. Nem sempre, na equipe do monitoramento de um programa ou projeto de PSA, há recursos humanos suficientes para coleta e análise de dados obtidos pelos diversos sensores. Logo, é muito comum a parceria com instituições de pesquisa, ensino, desenvolvimento e extensão para uma ação conjunta.

- **Observações e medições diretamente em campo** – Ocorrem por meio de observações em campo ou por medições de forma manual, com auxílio de equipamentos portáteis ou kits. Na observação em campo, podem ser citados parâmetros que indicam a qualidade da água, como presença de peixes, presença de algas, presença de sedimentos, etc. Já os que indicam a qualidade dos solos são: tamanho e firmeza de agregados, taxa



Medições por sensores: estação meteorológica (A); imagem do satélite Landsat (B); pluviômetro para medir a precipitação (C); vertedouro para permitir medir a vazão do rio (D); datalogger com bateria alimentada por meio de placa solar, ligado a sensores de parâmetros diversos que compõe estação automática (E e F).

Fotos: Rachel Bardy Prado.

de cobertura do solo, presença de serapilheira ou palhada, presença e profundidade do horizonte A, etc. Existem também alguns métodos que integram parâmetros observados em campo, como é o caso do índice de qualidade de zonas ripárias, bastante

interessante para o monitoramento da restauração de matas ciliares e da qualidade do canal dos rios. Nas medições em campo, geralmente se utilizam métodos e equipamentos mais práticos e de custo menos elevado, sendo bastante adequados para o

monitoramento dos PSA hídricos. Esse é também um tipo de monitoramento em que a população poderá ser envolvida, contudo é necessária uma capacitação. Para o monitoramento da qualidade do solo, pode-se citar o penetrógrafo, que permite avaliar a resistência à penetração, parâmetro que mede a resistência física do solo à penetração do equipamento, fornecendo resultados a respeito do nível de compactação do solo. Para avaliar a qualidade da água, pode-se utilizar uma sonda multiparamétrica portátil capaz de medir o pH, a temperatura, a condutividade elétrica, o oxigênio dissolvido, a turbidez, dentre outros. Ressalta-se a importância de se calibrar esses equipamentos antes de serem utilizados de acordo com o manual.

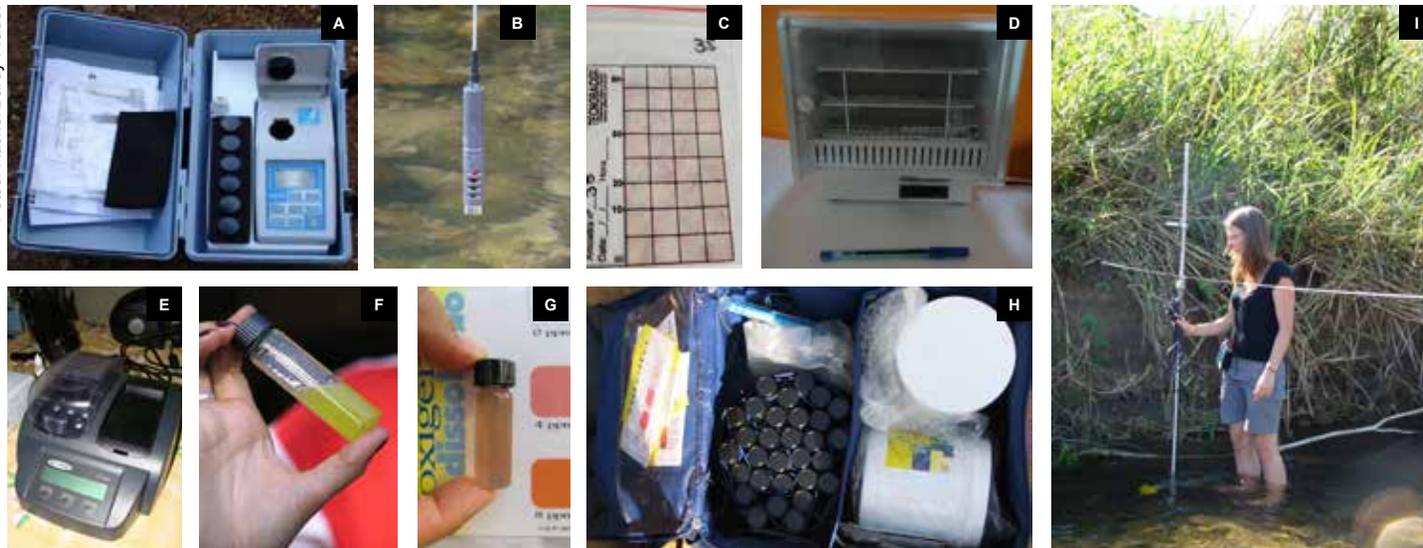
#### Você sabia que...

A Agência Nacional de Águas (ANA) no âmbito do Programa Produtor de Água tem apoiado fortemente o monitoramento dos PSA hídricos no País?

Que já investiu um montante de aproximadamente R\$ 300.000,00 em equipamentos e outros materiais para apoiar o monitoramento?

- **Entrevistas com os atores envolvidos** – A aplicação de entrevistas com os atores envolvidos tem sido um método bastante utilizado para mapear qualitativamente os impactos das intervenções no bem-estar da população envolvida. No caso dos PSA hídricos, as entrevistas servem para verificar como estão sendo influenciados o modo de vida da população, a cultura, a infraestrutura das comunidades, sua articulação e mobilização para solucionar problemas comuns, a saúde, a estrutura agrária, a renda, o acesso a serviços e créditos, a qualidade de vida, dentre outros. O processo de seleção da amostra da população a ser entrevistada deve ser bastante cuidadoso, pois é preciso buscar a maior representatividade possível dos diferentes perfis dos atores envolvidos, como: idade, gênero, etnia, tipo de produtor ou empresário, tipo de instituição a que pertence (pública, privada, associação, sindicato),

Fotos: Rachel Bardy Prado.



Material e equipamentos para medições em campo: turbidímetro portátil para medir turbidez da água (A); sonda multiparâmetros portátil para medir qualidade de água (B); kit para analisar presença de coliformes na água (C e D); equipamento para medir a qualidade da água em campo ou laboratório utilizando kits (E); kits para análise da qualidade da água (colorimétrico) (F, G e H); molinete para medir velocidade de corrente e cota do rio para o cálculo de vazão (I).

dentre outros. Antes da elaboração dos questionários e realização das entrevistas, é importante fazer contato e obter o apoio dos representantes locais, assim como levantar informações socioeconômicas

pré-existentes da região e a identificação de conflitos de interesse, buscando conhecer melhor a realidade local. A capacidade de se comunicar com os entrevistados é um fator muito importante,

contudo é necessário adequar a linguagem a cada tipo de público.

**DICA**

Sugere-se que todos os pontos de monitoramento sejam georreferenciados, com auxílio de um GPS (*Global Positioning System*), prestando atenção no tipo de coordenada e datum que o equipamento está utilizando em sua configuração. A utilização de coordenadas planas como UTM (em metros) permite calcular distâncias e áreas. O datum oficial para o Brasil é SIRGAS 2000.

**Viocê sabia que...**

A experiência da Fundação Grupo Boticário na articulação com os executores locais aponta que o processo de monitoramento das propriedades, que é uma das etapas necessárias para o repasse dos recursos financeiros, pode ser um momento interessante e rico para a interlocução e identificação dos atores para esse tipo de abordagem qualitativa. A vivência in loco certamente ilustra e facilita o acesso às informações que indicarão o grau de sucesso das ações implantadas.

Por outro lado, é importante estimular o fortalecimento das relações entre os beneficiários e as comunidades do entorno, que não necessariamente participam do programa ou projeto de PSA. Assim é possível identificar os benefícios diretos e indiretos, ou mesmo as lacunas para a gestão integrada da área de intervenção. Para isso, a inserção do tema PSA em fóruns locais é essencial para o sucesso da abordagem por entrevistas.

## Como organizar e armazenar os resultados do monitoramento de um PSA hídrico?

Observa-se, em qualquer projeto, e não é diferente para os PSA hídricos, a grande dificuldade que existe para organizar os dados obtidos durante sua execução em uma base ou banco de dados, que permita acessá-los e analisá-los, trazendo respostas ao que se buscou investigar. Logo no planejamento do monitoramento, é importante definir o responsável pela base de dados e suas funções, por exemplo, organização dos dados, realização de análises de consistência, realização de análises de tendência, geração de resultados simplificados (mapas, gráficos e outros), disponibilização dos

Áreas de intervenção de PSA hídrico, que sofrem influência de ações de outros tipos de projetos, podem mascarar os resultados do monitoramento. Portanto, recomenda-se monitorar áreas onde apenas esteja ocorrendo intervenções de PSA hídrico.

Outros fatores podem mascarar os resultados do monitoramento. Por exemplo, na análise da qualidade da água, o lançamento de esgotos domésticos e industriais, de lixo, de resíduos da agricultura e mineração reflete diretamente nos resultados dos indicadores avaliados. Por isso é importante conhecer as fontes de poluição e pressões antrópicas das áreas a serem monitoradas.

modo individual para cada indicador selecionado, contém informações parciais sobre os efeitos do PSA hídrico. Para identificar o êxito ou problemas dos PSA hídricos, podendo subsidiar o realinhamento das ações e manejo adequado, é preciso se ter uma visão integrada dos impactos

dados e resultados aos tomadores de decisão relacionados aos PSA hídricos, dentre outras. Também necessário é manter *backup* dos dados.

## Como integrar e analisar os resultados do monitoramento de um PSA hídrico?

Os resultados do monitoramento, obtidos de

das intervenções do PSA hídrico nos serviços ambientais, bem como no bem-estar humano. Essa integração pode ser obtida aplicando-se métodos integradores, como os índices, sistemas de suporte à decisão, dentre outros. A aplicação de alguns desses métodos requer ferramentas e programas especializados. Visando auxiliar no acompanhamento dos resultados do monitoramento de um PSA hídrico de forma integrada e ao longo do tempo, foi proposto um método simplificado, exemplificado na tabela a seguir. O método utiliza o modelo conceitual utilizado para a seleção de indicadores no Capítulo 3 deste manual e pode ser implantado em uma planilha eletrônica.

Para o componente “estrutura”, os indicadores são comuns para os serviços ambientais relacionados à água. Os componentes “função” e “benefício” foram associados a cada tipo de serviço ambiental (identificados previamente como essenciais nos PSA hídricos), uma vez que costumam ser bastante distintos.

Para a aplicação do modelo aqui proposto de integração dos resultados, basta seguir os passos a seguir:

- **1º passo** – Inserir na tabela o nome dos indicadores utilizados no monitoramento, classificando-os conforme o componente e tipo de serviço ambiental que se propôs a monitorar.
- **2º passo** – Fazer a padronização dos resultados para cada indicador, transformando seus valores em uma escala que varia de 0 a 1.
- **3º passo** – Aplicar uma regra para a integração. No exemplo da tabela, foi utilizada uma regra simples: a média dos valores padronizados dos indicadores, seguida da média dos componentes e dos serviços ambientais, que resulta em uma classificação geral dos impactos do PSA hídrico; mas é possível utilizar equações mais robustas.

Para facilitar a compreensão de todos os envolvidos no processo, foi proposta [legenda](#) com valores para a classificação e a cor associada a cada classe.

Classificação	Intervalo de valores
Insatisfatório	< 2
Regular	> 2–4
Bom	> 4–6
Ótimo	> 6–8
Excelente	> 8–10

[Legenda](#) para classificação dos resultados do monitoramento de um PSA hídrico.

Ressalta-se que o exemplo de método de integração apresentado na Tabela 2 é aplicado apenas para uma data do monitoramento; logo é preciso repetir o procedimento para cada coleta ou amostragem.

## Referência

ALIANÇA DE FUNDOS DE ÁGUA DA AMÉRICA LATINA. **O que é a parceria de fundos de água da América Latina?** Disponível em: <<http://fundosdeagua.org/pt/o-que-e-parceria-de-fundos-de-agua-da-america-latina>>. Acesso em: 26 out. 2016.

## Quer saber mais sobre o monitoramento?

---

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, 2011. 178 p. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B17293.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

BJORKLAND, R.; PRINGLE, C. M.; NEWTON, B. A stream visual assessment protocol (SVAP) for riparian landowners. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 68, n. 2, p. 99-125, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11411146>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

BREMER, L.; VOGL, A. L.; DE BIÈVRE, B.; PETRY, P. (Ed.). **Bridging theory and practice for hydrological monitoring in Water Funds.** 2015. Disponível em: <[http://www.naturalcapitalproject.org/wp-content/uploads/2015/11/Monitoring\\_Theory\\_to\\_Practice\\_full\\_30Nov2015.pdf](http://www.naturalcapitalproject.org/wp-content/uploads/2015/11/Monitoring_Theory_to_Practice_full_30Nov2015.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2016.

CASTELLO BRANCO, M. R. O monitoramento. In: CASTELLO BRANCO, M. R. **Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática.** Rio Claro: Instituto Terra de Preservação Ambiental, 2015. p. 120-140. Disponível em: <<http://fundosdeagua.org/sites/default/files/psa-da-teoria-a-pratica-mauricio-ruiz.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. (Ed.). **Memória do Workshop Metodologias de Apoio aos Programas de PSA Hídricos no Brasil: experiências e desafios.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 73 p. (Embrapa Solos. Documentos, 182). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148792/1/DOC-182-Memoria-do-Workshop-PSA-Hidrico.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2016.

HIGGINS, J. V.; ZIMMERLING, A. (Ed.). **A primer for monitoring Water Funds.** Arlington: The Nature Conservancy, 2013. Disponível em: <[http://waterfunds.org/sites/default/files/Water%20Funds\\_Monitoring%20Primer\\_TNC\\_2013.pdf](http://waterfunds.org/sites/default/files/Water%20Funds_Monitoring%20Primer_TNC_2013.pdf)>. Acesso em: 1 jul. 2016.

LIMA, A. P. M. de; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E.; FIDALGO, E. C. C. Metodologias de monitoramento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF. **Segurança hídrica e desenvolvimento sustentável: desafios do conhecimento e da gestão: anais.** Brasília, DF: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138149/1/2015-156.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

LIMA, A. P. M.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E.; FIDALGO, E. C. C. 2015. Metodologias de monitoramento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138149/1/2015-156.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

MEASURING and monitoring ecosystem services at the site scale. Cambridge, UK: Cambridge Conservation Initiative and BirdLife International, 2011. 8 p. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/sowb/pubs/Ecosystemservices.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Embrapa Florestas. Documentos, 232). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 232). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

**Tabela 2.** Proposta para integração e classificação dos resultados do monitoramento (por indicadores, componentes, serviços ambientais e PSA hídrico).

Serviço ecossistêmico	Componente	Nome do Indicador	Classificação do Indicador (normalizado)	Classificação do Componente (média)	Classificação do Serviço (média)	Classificação do PSA (média)
Todos os serviços	Estrutura	a	1,00	3,50	3,50	4,60
		b	3,00			
		c	6,50			
Regulação Hídrica	Funções	a	2,30	4,60	4,30	
		b	3,00			
		c	8,50			
	Benefícios	a	3,50	4,00		
		b	7,00			
		c	1,50			
Suprimento de Água	Funções	a	3,70	5,40	5,20	
		b	9,50			
		c	3,00			
	Benefícios	a	1,80	5,00		
		b	8,50			
		c	4,70			
Controle de Erosão	Funções	a	7,20	6,60	6,12	
		b	9,00			
		c	3,60			
	Benefícios	a	4,30	5,63		
		b	3,90			
		c	8,70			

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Serviço ecossistêmico	Componente	Nome do Indicador	Classificação do Indicador (normalizado)	Classificação do Componente (média)	Classificação do Serviço (média)	Classificação do PSA (média)
Qualidade do solo	Funções	a	1,10	3,97	3,87	4,60
		b	5,30			
		c	5,50			
	Benefícios	a	7,30			
		b	0,80			
		c	3,20			
Manutenção de Habitats	Funções	a	5,10	6,97	5,43	
		b	8,50			
		c	7,30			
	Benefícios	a	0,30	3,90		
		b	4,70			
		c	6,70			
Cultural/ Recreação	Funções	a	3,40	3,67	3,47	
		b	7,30			
		c	0,30			
	Benefícios	a	5,10			3,27
		b	3,20			
		c	1,50			
Produção de alimentos	Funções	a	9,50	6,13	4,90	
		b	3,40			
		c	5,50			
	Benefícios	a	3,50	3,67		
		b	7,20			
		c	0,30			

# Considerações finais



O propósito deste manual é contribuir para suprir uma lacuna de informação identificada em relação aos pagamentos por serviços ambientais (PSA) hídricos. Contudo, espera-se que esta publicação possa ter novos desdobramentos, podendo ser atualizado em novas versões, focar em especificidades regionais e dos biomas e inserir outros aspectos relacionados às demandas de instrumentos de apoio aos PSA hídricos, aqui não abordados.

Iniciativas de PSA são implementadas segundo a lógica de que as bacias hidrográficas bem manejadas gerarão serviços ambientais (quantidade e qualidade de água, regulação de fluxos hidrológicos, dentre outros) aos usuários de água, que por sua vez irão financiar as intervenções de restauração e conservação nessas bacias. Garantir que esse ciclo funcione bem requer que os benefícios das intervenções realizadas sejam claramente demonstrados àqueles que estão pagando ou estariam dispostos a pagar por esses benefícios. Portanto, métodos robustos de seleção de áreas prioritárias à intervenção e de monitoramento que gerem evidências quantificáveis

sobre o impacto desses projetos são fundamentais para o estabelecimento de sua sustentabilidade no longo prazo.

Monitorar iniciativas de PSA é estratégico para garantir a credibilidade de projetos dessa natureza e para permitir que cada vez mais novos projetos sejam implementados não só no Brasil, mas também em outros países. O monitoramento é um componente-chave, que muitas vezes acaba ficando de lado, mas que, devido ao seu papel estratégico, deve ser valorizado e implementado antes da implementação das ações dos PSA.

Acredita-se que, à medida que mais iniciativas de PSA sejam monitoradas e os resultados dos seus impactos nos serviços ecossistêmicos e bem-estar da população envolvida sejam comprovados, o monitoramento poderá ser simplificado, reduzindo-se custos e esforços. Servirá apenas de ferramenta de acompanhamento e gestão das iniciativas de PSA, sem a necessidade de comprovar os seus impactos positivos para efeitos de convencimento do pagador, da continuidade das iniciativas ou da efetividade das mesmas.

Espera-se que os conceitos, métodos, critérios e indicadores apresentados nesta publicação também possam ser adaptados e aplicados em outros tipos de projetos de compensação e conservação ambiental.

No processo de elaboração do presente manual, dificuldades foram encontradas no que tange à disponibilização de informações e relatos de experiências dos PSA hídricos em curso. Dessa forma, ressalta-se a importância em se investir esforços para a organização e disponibilização dessas informações em base de dados acessíveis, o que permite subsidiar os tomadores de decisão, visando aumentar a efetividade das iniciativas de PSA hídricos.

Em relação à seleção de áreas prioritárias à intervenção, à seleção de indicadores e ao monitoramento dos impactos dos PSA hídricos, pode-se dizer que os principais desafios se referem à elevada demanda por recursos humanos e financeiros; à diversidade natural e antrópica pelo fato de o Brasil ser um país continental; à necessidade de se integrar diferentes profissionais e temas praticando a interdisciplinaridade e a interinstitucionalidade; dentre outros. Para mitigar esses desafios, é importante estabelecer parcerias estratégicas, otimizando tempo, recursos, esforços e compartilhando experiências e especialidades.



*Impressão e acabamento*  
**Embrapa Informação Tecnológica**

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação do  
Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*



**Embrapa**

**Solos**

*“A iniciativa da Embrapa de elaboração do Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos: seleção de áreas e monitoramento tem uma relevância muito grande como forma de aprofundar conhecimento sobre o tema, de promover a identificação de áreas prioritárias à intervenção e a seleção de indicadores e diretrizes para o monitoramento e de promover um ambiente mais adequado para a aplicação do PSA, identificando como e onde utilizá-lo com segurança e garantindo, assim, a efetividade de seu uso”.*

Devanir Garcia dos Santos  
Coordenador de Implementação de  
Projetos Indutores da Agência Nacional de Águas

### Apoio



FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO  
DE PROTEÇÃO À NATUREZA



Proteger a natureza é preservar a vida.



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 13539