



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 Atanzio, 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>. 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>. 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 (enfoque 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 ¹
		Presença de peixes, insetos aquáticos e macrófitas aquáticas	Mensal ²
	Regulação hídrica (enfoque na quantidade de água)	Vazão fluvial, precipitação pluviométrica, nível freático	Mensal ¹
	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

¹ 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.

² 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.

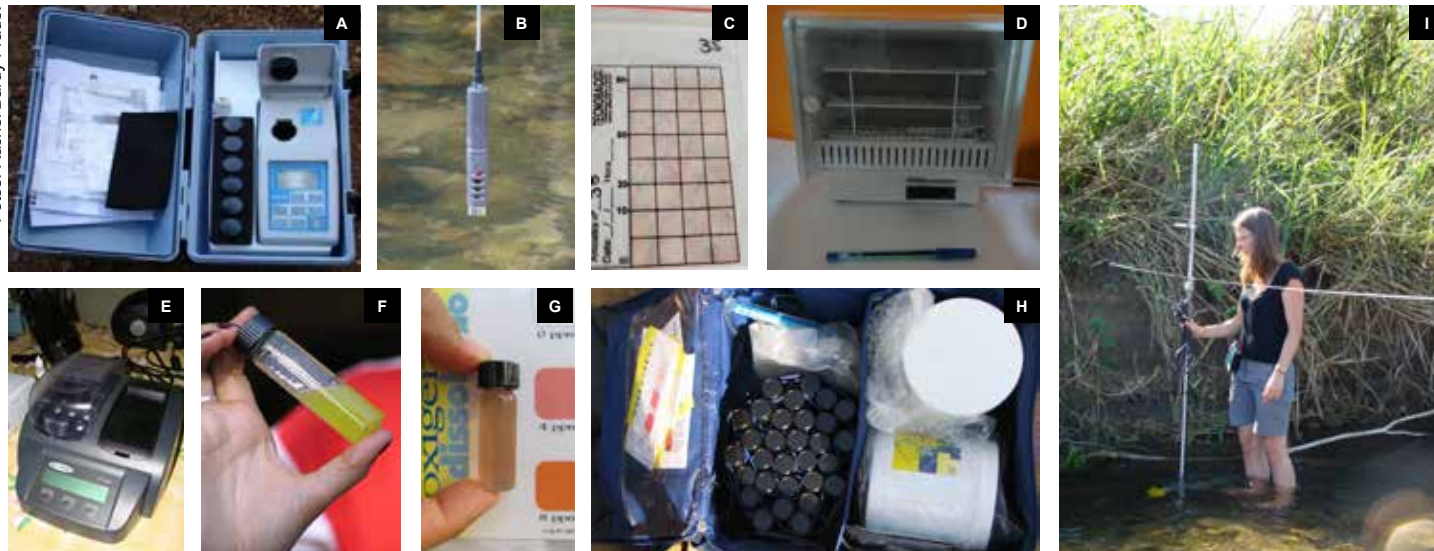
Você sabia que...

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.

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

modo individual para cada indicador selecionado, contêm 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

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>. 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>. 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	3,77		
		b	0,80			
		c	3,20			
Manutenção de Habitats	Funções	a	5,10	6,97		
		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		
		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		
		b	3,40			
		c	5,50			
	Benefícios	a	3,50	3,67		
		b	7,20			
			0,30			