

PLANO DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DO PROJETO PRODUTOR DE ÁGUA NAS BACIAS PCJ

Taffarello, D.^{1*}; Lombardi, R.²; Guimarães, J.³; Zaffani, A.G.⁴; Calijuri, M.C.⁵; Mendiolo, E.M.⁶

O pagamento por serviços ambientais possui ampla definição abrangendo vários instrumentos econômicos de conservação ambiental. Embora a remuneração pela geração e manutenção dos serviços ambientais hidrológicos esteja em expansão no Brasil, há dificuldades na execução. Diante da complexidade e não linearidade dos processos geomorfológicos, o monitoramento de aspectos quali-quantitativos dos rios torna-se ferramenta útil na gestão. O estudo apresenta o Plano de Monitoramento Hidrológico do Projeto Produtor de Água/PCJ e tem por objetivo: i) avaliar o impacto das ações conservacionistas do projeto sob aspectos quali-quantitativos; e ii) favorecer a incorporação de elementos do PMH pelos instrumentos da gestão dos recursos hídricos. O monitoramento encontra-se em fase de implantação, seguindo condições de eficiência (linha de base, de longo prazo, escala compatível com ações do projeto, em bacias experimentais e de referência). Espacial e temporalmente, é implementado de montante a jusante em 4 microbacias com áreas que variam de 17,58 km² a 130,40 km². Esta nova proposta favorece a quantificação e valoração dos SAH, a serem realizadas por modelagens hidrológicas. Assim, busca-se a consolidação do sistema brasileiro de informações sobre recursos hídricos, redução das incertezas das modelagens e avaliação ambiental integrada das consequências da conversão do uso e ocupação do solo.

Palavras-Chave – monitoramento hidrológico; avaliação de impacto; Produtor de Água/PCJ

HYDROLOGIC MONITORING PLAN OF PROJECT WATER PRODUCER/PCJ

The payment for ecosystem services has wide range of definitions that include many economic instruments for nature conservation. Although the payment for hydrological ecosystem services generation and maintenance is expanding in Brazil, there are difficulties in projects implementation. Due to the complexity and non-linearity of the geomorphological processes, monitoring qualitative aspects of streams have been presented as a useful tool for management. This study presents the Hydrologic Monitoring Plan of Project Water Producer/PCJ, which is operating since 2009 and aims to: i) evaluate the impact of project actions under qualitative aspects; and ii) promoting the incorporation of elements of HMP in water resources management. Monitoring plan of Project Water Producer/PCJ has been implemented following the conditions for efficiency (baseline, long-term scale compatible with the actions of the project, experimental and reference watersheds). Spatial and temporally, it is being implemented from upstream to downstream in 4 catchments with areas ranging from 17,58 km² to 130,40 km². This new proposal aggregates favoring the quantification and valuation of HES that could be assessed by hydrological modeling. Thus, we look forward the consolidation of Brazilian system of water resources information, reduction of modeling uncertainties and integrated assessment of consequences of land use change.

Keywords – hydrologic monitoring; Impacts Assessment; Water Producer/PCJ

1. INTRODUÇÃO

¹Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, dt@sc.usp.br;

²The Nature Conservancy, rkoock@tnc.org;

³The Nature Conservancy, jguimaraes@tnc.org;

⁴Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, linegz@gmail.com;

⁵Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, calijuri@sc.usp.br;

⁶Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, emm@sc.usp.br.

Diversos autores propõem definições para pagamentos por serviços ambientais (PSA) de proteção aos recursos hídricos, à biodiversidade ou sequestro de carbono. Costanza *et al.* (1997) os definem como a remuneração pelos benefícios que o homem obtém dos ecossistemas. São considerados transações voluntárias nas quais um serviço ambiental definido é comprado de um provedor sob a condição de garantia da provisão do serviço (Wunder, 2006). Pagiola e Platais (2007) adicionaram a geração de externalidades positivas. Balvanera *et al.* (2012) os definem como a utilidade dos ecossistemas às necessidades humanas. Ainda, Muradian & Rival (2012) relacionam PSA com perspectivas e parcerias políticas para alinhar decisões sobre o uso do solo. A definição de PSA é ampla o bastante para abranger variados instrumentos econômicos de conservação ambiental (Pagiola *et al.*, 2013).

Os processos ec hidrológicos (Zalewski, 2005; Mendiondo, 2008) interagem de forma não linear. Tais processos afetam a biodiversidade e a produção primária, e definem o regime do rio, as vazões ambientais e os serviços ambientais hidrológicos (Taffarello *et al.*, 2013). A provisão potencial desses serviços depende do equilíbrio do balanço hídrico (Cunha *et al.*, 2012), isto é, da relação entre disponibilidades e demandas (variável em função de oscilações naturais ou induzidas pelos impactos das atividades antrópicas) e do estado e distribuição funcional dos ecossistemas nas bacias. Desta interação, a composição “água+clima” é o principal elemento de sustentabilidade. Os serviços ambientais hidrológicos podem ser quantificados através do monitoramento qualitativo e quantitativo dos rios. A avaliação da Área Ativa do Rio (Smith *et al.*, 2008; Palmer *et al.*, 2009) é uma metodologia que também pode ser aplicada no monitoramento, pois considera a conectividade hidrológica e a variabilidade natural das áreas ribeirinhas desde as nascentes até a foz.

2 OBJETIVOS

O objetivo do monitoramento hidrológico do projeto Produtor de Água/PCJ é avaliar o instrumento econômico PSA para estímulo à adoção de práticas voluntárias conservacionistas para conservação dos solos; restauração florestal em áreas de preservação permanente (APP); e conservação de fragmentos florestais remanescentes. É um projeto piloto pioneiro no estado de São Paulo de parcerias público-privadas (Mazzocato *et al.*, 2013) que visa fornecer subsídios para projetos de maior escala (Taffarello *et al.*, 2011; Padovezi *et al.*, no prelo).

Os objetivos deste trabalho são: (i) através do plano de monitoramento hidrológico (PMH), avaliar o impacto das ações conservacionistas do projeto Produtor de Água/PCJ; e (ii) subsidiar a incorporação de elementos do PMH pelos instrumentos de gestão de recursos hídricos, como: sistemas de informações, plano de bacias, enquadramento dos corpos d'água, outorga e cobrança (Lei Federal 9.433/97, Lei Estadual nº 7.663/91, Lei Est. nº 12.183/05 e Decreto Est. nº 50.667/06, etc).

2.1. Os objetivos específicos do monitoramento hidrológico dos projetos de pagamentos por serviços ambientais hidrológicos (PSA-Água) são:

- Caracterizar a qualidade natural das águas superficiais das microbacias abrangidas pelo projeto, visando à consolidação do respectivo Plano de Bacia.
- Definir a linha de base para monitoramento do projeto, por meio de informações sobre o uso e ocupação do solo, questionários com informações de percepção ambiental e socioeconômica;
- Determinar os parâmetros quali-quantitativos a serem avaliados durante o monitoramento;
- Avaliar as tendências do regime hidrológico, as concentrações das substâncias poluidoras monitoradas e os limites previstos para o reenquadramento de corpos d'água;
- Identificar áreas com possíveis alterações de qualidade da água;
- Subsidiar ações mitigadoras para prevenção e controle da poluição do solo e da água;

- Avaliar a eficácia das ações do projeto e estratégias de adaptação no longo prazo;
- Fornecer informações consistentes para avaliações sobre a manutenção e futura expansão do projeto ou replicação em outras regiões, por meio de novas políticas públicas de PSA;
- Subsidiar a formulação de ações de proteção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais no âmbito dos Comitês das Bacias PCJ;
- Incentivar a criação e manutenção de banco de dados de monitoramento em tempo real, com condições para emitir alertas ambientais, reduzindo a vulnerabilidade⁷ das bacias hidrográficas e dos setores produtivos que nelas ocorrem.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo envolve microbacias que contribuem para as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) que abrange 15.304 km². A porção paulista, a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos n° 5 (UGRHI-5), soma 14.178 km² (92,6% da área da bacia), e o restante do território das bacias PCJ (7,4%) situa-se em Minas Gerais. As bacias PCJ apresentam maiores desenvolvimento econômico e renda per capita do Brasil, no entanto, em virtude da alta densidade demográfica (301 hab/km²), os usos da água são conflitantes e a eutrofização dos mananciais encontra-se em estágio avançado (Cobrape, 2011). Na última década, as cabeceiras da sub-bacia dos rios Atibaia e Jaguari tornaram-se de interesse estratégico. A implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos Comitês PCJ em 2007 permitiu que parte dos recursos arrecadados fosse aplicada no projeto-piloto Produtor de Água/PCJ. A área do projeto engloba, aproximadamente, 252 ha nos municípios de Joanópolis e Nazaré Paulista, estado de São Paulo.

Em decorrência das informações prévias e da escassez de cobertura vegetal nativa, as microbacias deste PMH são: Ribeirão do Cancã – 58,20 km² e Cachoeira dos Pretos – 130,40 km², em Joanópolis; e Córrego Moinho – 17,58 km² e Cuiabá – 28,68 km², em Nazaré Paulista (Figura 1).

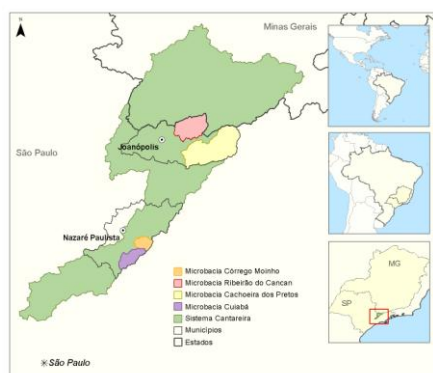


Figura 1. Microbacias do Projeto-Piloto Produtor de Água / PCJ. Fonte: The Nature Conservancy (2013).

3.2. Métodos

Em relação ao processo de autodepuração⁸ dos cursos d'água, o monitoramento hidrológico é fundamental para a compreensão das alterações nas concentrações de poluentes nas diferentes

⁷ Vulnerabilidade é o estado de um sistema exposto a riscos, condicionado por fatores biofísicos e socioculturais, em diferentes escalas temporais e espaciais, combinado com sua capacidade de resposta (INCLINE/USP, 2013).

estações do ano (Bottino, 2008; Mendiondo, 2008). Para constatar possíveis alterações sazonais de poluentes ou macronutrientes nas cabeceiras dos rios Jaguari (1.000 km²), Cachoeira (308 km²) e Atibainha (140 km²), parâmetros quali-quantitativos serão monitorados (Tabela 1).

Tabela 1. Determinações em água doce superficial, métodos e expressão dos resultados. Fonte: APHA, 2012.

	Variável	Método / Referência Bibliográfica	Unidade
Monitoramento Sistemático (contínuo)	pH	40500 H ⁺ -B- Método eletrométrico	--
	Condutividade elétrica	2510 B- Método de laboratório	(µmho.cm ⁻¹)
	Turbidez	2130 B	NTU
	Temperatura da água	2550 B- Método de campo e lab.	° C
	Nível d'água	Réguas limnimétricas	M
	Temperatura do ar	--	° C
	Umidade relativa	Relação pressão de vapor-temperatura	% (Pa/Pa)
	Precipitação	Volumétrica	mm
	Radiação	Radiação líquida	W
	Monitoramento Episódico (campanhas sazonais)	Vazão	Batimetria e molinete; ADCP-Doppler
Oxigênio Dissolvido (OD)		4500 OG – Eletrodo com membrana	mgO ₂ .L ⁻¹
Demanda Química de Oxigênio (DQO)		5220 D – Método colorimétrico de reflexo fechado	mgO ₂ .L ⁻¹
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)		5210 B – Teste DBO 5 dias	mgO ₂ .L ⁻¹
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)		2540 C - Cápsula de porcelana	mg.L ⁻¹
Sólidos Suspensos Totais (SST)		2540 D - Membrana	mg.L ⁻¹
Nitrogênio Total		4500 NB- Macro Kjeldahl	mg.L ⁻¹
Nitrato (NO ₃ ⁻)		4500 NO ₃ ⁻ -B – Método espectrofotométrico	mg.L ⁻¹
Nitrito (NO ₂ ⁻)		4500 NO ₂ ⁻ -B – Método colorimétrico	mg.L ⁻¹
Nitrogênio Amoniacal (NH ₃)		4500 NH ₃ -C Método titulométrico	mg.L ⁻¹
Fósforo Total		4500 P-E- Ácido ascórbico	mg.L ⁻¹
<i>Escherichia coli</i>	9223 B – Teste da enzima-substrato	NMP.(100 mL) ⁻¹	

O uso e ocupação do solo de bacias contribuintes para mananciais de abastecimento público são determinantes para a produção e água de qualidade e em quantidade adequadas (Whately & Cunha, 2007). Para verificar o modo como as atividades antrópicas e as ações do PSA-Água podem

⁸ Autodepuração é o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes. Os principais parâmetros alterados em função da autodepuração são as concentrações de oxigênio dissolvido, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e os microorganismos patogênicos, contaminantes dos cursos d'água (von Sperling, 2005).

influenciar na qualidade ambiental, assim como para aprimorar o monitoramento hidrológico do projeto, elaboramos os gráficos de uso e ocupação do solo apresentados na Figura 2.

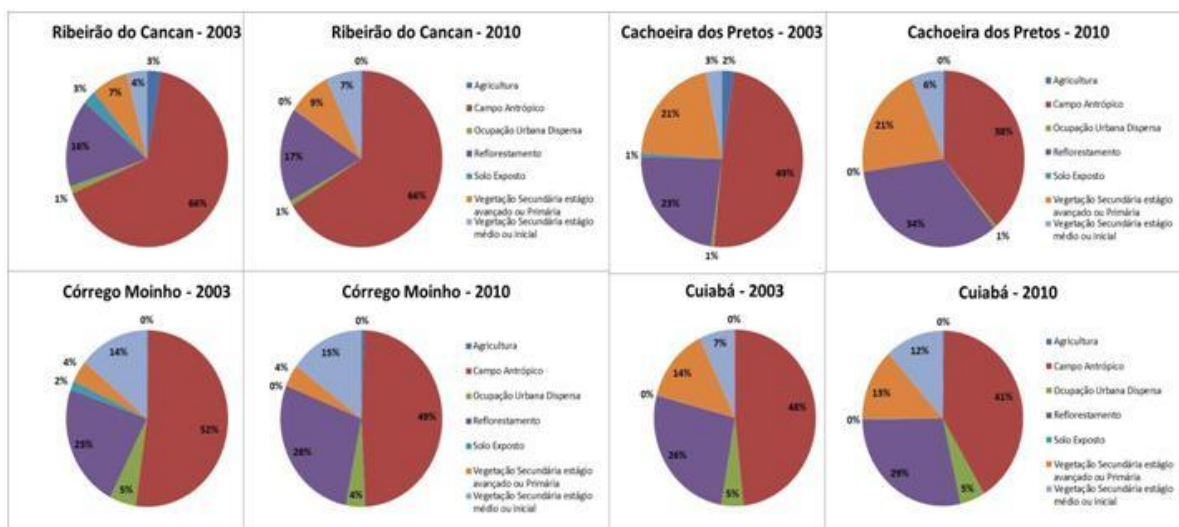


Figura 2. Uso do solo nas microbacias situadas a montante do Sistema Cantareira (linha 1: Jonópolis-SP; linha 2: Nazaré Paulista-SP). Base de dados: ISA, 2003 e 2011.

Por modelagem hidrológica com uso dos dados provenientes das campanhas, somados aos oriundos dos órgãos gestores (CETESB e DAEE), SABESP, INMET e ANA, será possível verificar não só o impacto das atividades antrópicas nas curvas de permanência dos cursos d'água (Cunha *et al.*, 2012), mas também os possíveis impactos positivos das ações conservacionistas do projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora o projeto tenha iniciado em 2009, o seu monitoramento hidrológico encontra-se em estágio inicial de implantação. Espera-se que com este PMH possamos responder a questões como: As ações do projeto Produtor de Água/PCJ melhoram ou conservam a qualidade da água e regulação dos fluxos hídricos nas microbacias do Sistema Cantareira?

O Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas (NIBH) da Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos, com apoio da *The Nature Conservancy*, elaborou proposta de Plano de Monitoramento Hidrológico do projeto Produtor de Água/PCJ a partir do documento "Protocolo de Monitoramento de Água e Solos - Programa Produtor de Água (Diederichsen *et al.*, no prelo), e outros diagnósticos. Apresentamos o PMH, em conformidade com o Plano Nacional de Qualidade de Água (PNQA) da ANA, aos parceiros em *workshop* realizado em maio/2013 em Atibaia, SP. Com base nas condições C e D a serem apresentadas no item 4.1 e em aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo (Fig. 2), determinamos os pontos de monitoramento hidrológico (Fig 3 e 4).

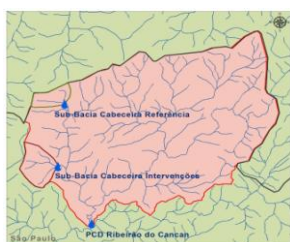


Figura 3. Pontos de monitoramento na microbacia Ribeirão Cancã.



Figura 4. Pontos de monitoramento na microbacia Córrego Moinho.

Em estudo baseado em erosividade da chuva, erodibilidade do solo e relevo, foi estimada a média anual de perda de solo para uma área padronizada de 15.000 km², em aproximadamente 1 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e a concentração de sólidos suspensos em 100 mg.L⁻¹. Essa avaliação pode ser justificativa para o monitoramento dos fluxos hídricos e da erosão na escala de bacias (Mendiondo *et al.*, 2007).

A partir de meados de 2013, o monitoramento contará com duas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), quatro sensores, quatro régua fluviométricas e dois *barologgers*. As leituras barométricas serão sincronizadas com as leituras de nível. A aquisição, instalação e manutenção dos equipamentos é responsabilidade da ANA, TNC, WWF, EESC/USP. Os locais de instalação dos mesmos foram determinados pelo Grupo de Trabalho Monitoramento/GTM-Hidro, como na Tab. 2.

Tabela 2. Localização dos equipamentos de monitoramento hidrológico nas microbacias do Projeto Produtor de água/PCJ.

Pontos de Monitoramento Hidrológico	Localização	Coordenadas Geográficas	Equipamentos
Exutório Moinho	Nazaré Paulista propriedade	46W 21' 33" , 23S 12' 29"	PCD
Exutório Cancã	Joanópolis - ponto F30 da SABESP	46W 12' 42" , 22S 56' 06"	PCD
Sub-bacia de cabeceira com intervenção Moinho	Nazaré Paulista Bertolino da Silva	46W 19' 29" , 23S 13' 19"	Sensor de nível
Sub-bacia de cabeceira com intervenção Cancã	Benedito Sebastião Silveira	46W 13' 29" , 22S 54' 42"	Sensor de nível
Sub-bacia de cabeceira de referencia Moinho	José I. Gonçalves	46W 19' 29" , 23S 13' 58"	Sensor de nível
Sub-bacia de cabeceira de referencia Cancã	Domithildes R. de Queiroz	46W 13' 18" , 22S 53' 11"	Sensor de nível

4.1. Condições para um monitoramento eficaz

Após seis reuniões do GTM-Hidro e alguns estudos, concluímos que determinadas condições são essenciais para a eficiência do monitoramento hidrológico, a saber:

a - Linha de base

O monitoramento deve ser implementado preferencialmente antes do início das intervenções. Isto se faz necessário para que a linha de base seja identificada e sirva de referência para a análise temporal. A LB poderá identificar possíveis alterações positivas decorrentes do incremento dos serviços ambientais promovidos pelo projeto.

b - De longo prazo

É fundamental que os projetos piloto de PSA tenham monitoramento de longo prazo. Em relação aos aspectos quantitativos, entende-se por “longo prazo” o horizonte entre 30 e 50 anos, a fim de consolidar elementos legais e socioeconômicos que o apoiem. Quanto aos aspectos qualitativos, horizontes a partir de 10 anos. Para que as alterações sejam documentadas, é necessária estrutura operacional para que os dados sejam coletados em campo, armazenados e analisados regularmente.

c - Escala compatível com as ações do projeto

Abrangência geográfica significativa das ações que promoverão a manutenção e recuperação da cobertura vegetal nativa dos solos na escala de bacia hidrográfica é essencial, pois se presume que os dados obtidos no monitoramento reflitam os benefícios esperados advindos das ações executadas pelo projeto. Entretanto, dificilmente consegue-se implantar ações de restauração florestal e conservação de solos em porção significativa da bacia e em curto período de tempo.

Assim, recomenda-se que a estrutura do monitoramento seja implantada em escala geográfica na qual as mudanças de uso do solo tenham abrangência suficiente para que os impactos na qualidade da água e na regularidade dos fluxos sejam notados no curto prazo.

d - Em bacias hidrográficas de referência

Buscando identificar evidências de melhoria ou manutenção das condições de qualidade de água e regime hidrológico, serão incluídas no monitoramento microbacias nas quais a cobertura florestal não sofreu alterações significativas. Foi selecionada uma propriedade localizada na mesma sub-bacia (por possuir as mesmas características fisiográficas, climáticas e ambientais) em cada microbacia, mas sem alteração significativa na cobertura vegetal original (mínimo de 80% de cobertura vegetal nativa).

4.2. Tipos de monitoramento

Monitoramento espacial (*nested catchment experiment* – Mendiondo *et al.*, 2007)

Para as microbacias experimentais do Córrego Moinho e do Cuiabá sugere-se que sejam monitorados pontos de controle quali-quantitativos de águas superficiais em escalas embutidas, isto é, aninhadas ou *nested catchment experiment*, da seguinte forma: - Sub-bacia de cabeceira de 1ª ou 2ª ordem de referência, isto é, sem intervenção de restauração florestal e conservação de solos; - Sub-bacia de cabeceira de 1ª ou 2ª ordem com intervenção do projeto, próxima da anterior e dentro da mesma bacia de 3ª e 4ª ordem; - Bacia, à jusante de 3ª e 4ª ordem, que receba a drenagem das sub-bacias de cabeceiras experimentais.

Monitoramento temporal

As variáveis deverão ser coletadas de forma (i) sistemática (quantitativas), com intervalos mínimos de 5 minutos e máximos de 1 hora, de forma contínua, ininterrupta, 24 horas por dia, 365 dias por ano; e (ii) episódica (qualitativas), a partir de campanhas sazonais.

Com base na avaliação de cada parte da bacia e de seus componentes geomorfológicos, é possível definir espacialmente as áreas ecologicamente importantes, prioritárias para avaliar processos dinâmicos e diversidade de condições ecológicas de regimes hidrológicos naturais e que sofrem ações antrópicas (Taffarello & Mendiondo, 2011). A análise da Área Ativa do Rio (Smith, 2008) traz subsídios para a tomada de decisões sobre conservação, restauração e manejo de bacias hidrográficas. Adicionalmente, sugerimos o uso de curvas de permanência no monitoramento do projeto Produtor de Água/PCJ, por descreverem a carga poluidora em função das vazões, facilitando a visualização do impacto causado nos recursos hídricos (Cunha *et al.*, 2012; Taffarello *et al.*, 2013). Curvas de permanência podem incorporar alterações climáticas e de uso do solo nas bacias hidrográficas (Taffarello & Mendiondo, 2013). Assim, elas representariam o monitoramento qualitativo e quantitativos integrados, sendo mais efetivo e confiável.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em relação ao Produtor de Água/ PCJ, com o monitoramento poderão ser contempladas as seguintes ações: 1) Complementar o sistema de informações de recursos hídricos no Comitê das Bacias PCJ; 2) Incorporar o sistema de informações em banco de dados da ANA (PNQA), Cetesb e DAEE; 3) Estimar o balanço hídrico pormenorizado em bacias experimentais; 4) Prever curvas de permanência de níveis de água e vazões; 5) Avaliar a disponibilidade hídrica para permissão de usos de água; 6) Prever o balanço de cargas poluidoras e reenquadramento dos corpos de água; 7) Estimar os fluxos de água verde, azul e cinza, e as respectivas pegadas hídricas (Hoekstra *et al.*, 2011); 8) Priorizar áreas críticas com baixa sustentabilidade, ao comparar as disponibilidades e as demandas das bacias PCJ; 9) Melhorar a qualidade de informação do cadastro de usuários; 10) Estratégias de adaptação às possíveis mudanças climáticas e medidas mitigadoras de médio e longo prazos; 11)

Identificar possíveis alterações na qualidade e quantidade dos recursos hídricos causadas pelas ações de conservação; 12) Fortalecer arranjos institucionais de projetos de PSA implantados nas Bacias PCJ.

Nosso estudo consiste em uma nova proposta de monitoramento hidrológico cujas variáveis podem ser quantificadas nas curvas de permanência. Fomentando-se o monitoramento dos projetos de PSA, contribui-se para consolidar o sistema brasileiro de informações sobre recursos hídricos, aperfeiçoar os modelos hidrológicos e aprimorar a avaliação ambiental integrada. Desse modo, será possível uma melhor valoração e, no longo prazo, a verdadeira sustentabilidade do serviço ambiental.

6. AGRADECIMENTOS

À Maria Clara (NIBH) e ao GTM-Hidro: Anita, Claudio, Natália, Joyce, Leila, Cláudia, Umberto, Fernanda, Ricardo. "Assessment of Impacts and Vulnerability to Climate Change in Brazil and Strategies for Adaptation Options", FAPESP 2008/58161-1.

"A pegada hídrica como ferramenta para a valoração dos serviços ambientais em bacias hidrográficas no contexto de mudanças climáticas", FAPESP 2012/22013-4.

7. REFERÊNCIAS

- APHA. 2012. Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Rice, E.W. (Ed.); Baird, R.B. (Ed.); Eaton, A.D. (Ed.); Clesceri, L.S. (Ed.). 22nd Edition. Washington.
- BALVANERA, P.; *et al.* (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Service: Science, Practice and Policy* (2), pp.56–70.
- BOTTINO, F., 2008. Estudo experimental e matemático de qualidade da água com base na ecologia fluvial de pequenas bacias: estudo de caso do rio Canha, Baixo Ribeira de Iguape, SP. Diss. Mestrado (EESC-USP).
- COBRAPE, 2011. Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010-2020 (Com Propostas de Atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água até o Ano de 2035).
- COSTANZA, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K. Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- CUNHA, D. G. F.; *et al.* (2012). Integração entre curvas de permanência de quantidade e qualidade da água como uma ferramenta para a gestão eficiente dos recursos hídricos. (17) pp. 369-376.
- DIEDERICHSEN, A.; GUIMARÃES, J.; KLEMEZ, C. (no prelo). "Proposta de Protocolo de Monitoramento de Água e Solos - Programa Produtor de Água". The Nature Conservancy.
- HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M. AND MEKONNEN, M.M. The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK, 2011
- INCLINE - Interdisciplinary Climate Investigation Center (2013) Conceito de Vulnerabilidade, In: Oficina Interdisciplinar Incline discussão e construção conjunta do conceito de vulnerabilidade, IAG / USP, São Paulo, Abril 2013. Disponível em www.incline.iag.usp.br.
- ISA. Cantareira 2006: Um olhar sobre o maior manancial de água da região metropolitana de São Paulo. Instituto Socioambiental, 2006.
- MENDIONDO, E. M. 2008. Challenging issues of urban biodiversity related to ecohydrology, *Braz. J. Biology* 68 (4; Suppl): 983-1002.
- MENDIONDO, E. M.; Tucci, C. E. M.; Clarke, R. T.; Castro, N. M.; Goldenfum, J.; Chevallier, P., 2007. Space-time observations in nested catchment experiments of representative basins—experiences gained and lessons learned to help the PUB initiative in the World's biomes, In: Predictions in Ungauged Basins: PUB Kick-off Proceedings of the PUB Kick-off meeting held in Brasília, 20–22 November 2002), IAHS Publ. 309, 2007, p.164-172.
- MURADIAN, R. & RIVAL, L. (2012) Between markets and hierarchies: The challenge of governing ecosystem services. *Ecosystem Services: Science, Policy and Practice*, (1), pp. 93–100.
- PADOVEZI, A.; *et al.* (no prelo). Produtor de Água na Bacia Hidrográfica PCJ. In: Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil. Orgs. Pagiola, S.; von Glehn, H.C.Q.; Taffarello, D. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 99-114.
- Pagiola e Platais (2007).
- PAGIOLA, S.; *et al.* (2013). Brazil's Experience with Payments for Environmental Services. In: PES Lessons for REDD+ Workshop, San José, Costa Rica.
- PAGIOLA, S & PLATAIS, G. 2007 *Payments for Environmental Services: From Theory to Practice*. Washington: World Bank.
- PALMER, M. A.; LETTENMAIER, D.P.; POFF, N.L.; POSTEL, S.L.; RICHTER, B.; WARNER, R. (2009). Climate Change and River Ecosystems: Protection and Adaptation Options. *Environmental Management* 44: 1053-1068.
- ROSGEN, D.L. 1994. A Classification of Natural Rivers. *Catena*, (22), pp.169-199.
- SMITH, M. P. SCHIFF, R.; OLIVERO, A.; MAC BROOM, J. (2008). The River Active Area: A Conservation Framework for Protecting Rivers and Streams. Arlington: The Nature Conservancy (TNC).
- TAFFARELLO, D. & MENDIONDO, E. M. (2011). Adaptation Options from Ecohydrology and Water Footprint to the Payment for Ecosystem Services in the Context of River Restoration Projects in Brazil. In: World Conference on Ecological Restoration, Mérida, México.
- TAFFARELLO, D. & MENDIONDO, E.M. (2013). A new perspective on environmental flows of Brazilian catchment under change: multidimensional approach of qualitative frequency curves for hydrological ecosystem services assessment. In: Water in the Anthropocene - GWSP, Conference, Bonn, Alemanha.
- TAFFARELLO, D.; MENDIONDO, E.M.; CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G. (2013). Integrating water quantity and quality for environmental regimes based on adaptive water resources management and planning under change. In: Water in the Anthropocene - GWSP, Conference, Bonn, Alemanha.
- TAFFARELLO, D.; VIANI, R. A. G.; KUBOTA, U.; PADOVEZI, A.; PORTAS, M.C.P. (2011). Project Produtor de Água/PCJ: one of the first PES experiences in Brazil. In: World Conference on Ecological Restoration, Mérida, México.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.
- WUNDER, S. 2006. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology*, 21 (1): 48–58.
- ZALEWSKI, M.; *et al.* (2005). *Ecohydrology & Hydrobiology*. 5(4). Łódź, Poland.