



# METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA INTERVENÇÃO NO ÂMBITO DE PSA HÍDRICO NA BACIA GUAPI-MACACU, RIO DE JANEIRO

**VANESA RODRÍGUEZ OSUNA; RACHEL BARDY PRADO;  
HARTMUT GAESE**

## **RESUMO**

Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) hídricos estão em expansão no Brasil e fornecem incentivos para a conservação dos recursos hídricos. Neste contexto surgem lacunas, sendo uma delas estabelecer critérios e métodos para seleção de áreas prioritárias à intervenção. Este trabalho teve como objetivo a integração dos mapas de vulnerabilidade dos recursos hídricos e de custo de oportunidade da terra visando apontar áreas prioritárias à conservação no âmbito de PSA Hídricos na bacia Guapi-Macacu. Inicialmente os métodos de Análise Custo-Benefício e Custo de Oportunidade da terra (CO) foram aplicados a partir de entrevistas aos produtores rurais. Na sequência, os resultados foram especializados, utilizando o mapa de uso e cobertura da terra da bacia (áreas agrícolas e de pastagem), sendo obtido o mapa de CO. Foi elaborado o mapa de vulnerabilidade dos recursos hídricos utilizando sistema de suporte à decisão espacial, modelo conceitual de Pressão/Estado/Resposta e ponderação dos temas por especialistas. O mapa de áreas prioritárias à intervenção foi obtido em SIG, a partir da sobreposição dos mapas de CO e de vulnerabilidade dos recursos hídricos. Obteve-se que sub-bacias com maior vulnerabilidade hídrica e com menores CO são as com maior prioridade em termos de intervenção no âmbito de um PSA hídrico.

Termos para indexação: serviços ecossistêmicos, conservação recursos hídricos, uso da terra.

# METHODOLOGY TO TARGET PRIORITY AREAS FOR PAYMENT FOR WATERSHED SCHEMES IN THE GUAPI-MACACU WATERSHED, RIO DE JANEIRO

## ABSTRACT

*Payments for Watershed Services (PWS or PES-Water) are in expansion in Brazil and provide incentives for the conservation of water resources. Some current limitations are the establishment of criteria and methods for the selection of priority areas for intervention. This work aimed at the integration of water resources vulnerability and land opportunity cost maps aiming to identify priority areas for conservation under Water PSE in the Guapi-Macacu basin. Initially, the method of economic valuation of land Opportunity Cost (OC) was applied based on interviews with farmers. Then, opportunity costs of giving up upstream land currently under agriculture or pasture for watershed protection were spatialized using land use and land cover maps of the watershed and obtained the OC map. A water vulnerability map was employed, which was based on a spatial decision support system and a conceptual model of Pressure/State/Response and weighed by hydrological expert consultation. The map of priority areas for intervention was obtained in GIS from the overlap of OCs and water vulnerability maps. It was found that sub-watersheds with the highest water vulnerability and lower OC are the highest priority for cost-effective interventions under a Water PES.*

*Index terms: Ecosystem services, water conservation, land use.*

## **INTRODUÇÃO**

A Avaliação Ecológica do Milênio demonstrou que cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos, responsáveis pelo bem-estar humano, estão degradados e sob pressão antrópica devido à contínua destruição e sobre-exploração dos recursos naturais e da biodiversidade. Para diminuir e reverter esses processos é necessário promover a proteção, o uso sustentável e a recuperação dos ecossistemas e, dessa forma, garantir serviços essenciais que estes oferecem. A fim de conciliar a conservação da paisagem com demandas relativas ao uso da terra e dos recursos naturais, é essencial que os valores ecológicos, socioculturais e econômicos da paisagem sejam plenamente levados em conta no planejamento e na tomada de decisão (DE GROOT et al., 2010). Os esquemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) com foco na água estão se expandindo em toda a América Latina (PAGIOLA et al., 2013). No Brasil, desde a criação do Programa Produtor de Água, em 2006, pela Agência Nacional de Águas (ANA), vários esquemas surgiram, reforçando sua importância para a conservação da água. Estes se iniciaram no bioma Mata Atlântica, mas tem se expandido para os demais biomas, principalmente no Cerrado (PRADO et al., 2015). Algumas lacunas têm sido apontadas, dentre elas métodos e critérios para a seleção de áreas para as intervenções nos PSA hídricos (GJROUP et al., 2015). O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de integrar os mapas de vulnerabilidade dos recursos hídricos e de custo de oportunidade da terra, com vistas a apoiar a tomada de decisão para a identificação de áreas prioritárias à conservação em PSA hídricos na bacia Guapi-Macacu.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A Bacia Guapi-Macacu com área de aproximadamente 1.265 km<sup>2</sup> abastece de água quase dois milhões de habitantes no Estado do Rio de Janeiro (PEDREIRA et al., 2009). A bacia possui fragmentos florestais ainda preservados, principalmente nas áreas mais elevadas, que protegem as nascentes. No entanto, fatores como o desmatamento, o crescimento

urbano e o uso das terras ao longo dos diferentes ciclos econômicos agropecuários, realizados sem uma preocupação conservacionista, incrementam os processos erosivos, de assoreamento e de poluição dos rios. Tais problemas são mais evidentes nas áreas de baixada, em que os fragmentos de matas são menores e menos frequentes e onde as matas ciliares estão praticamente ausentes. Nestas áreas se concentram também os poluentes provenientes dos esgotos urbanos gerados em toda a bacia. O manejo atual da agricultura também pode refletir na qualidade da água principalmente devido ao uso de pesticidas e fertilizantes (HANSEL; PRADO, 2014).

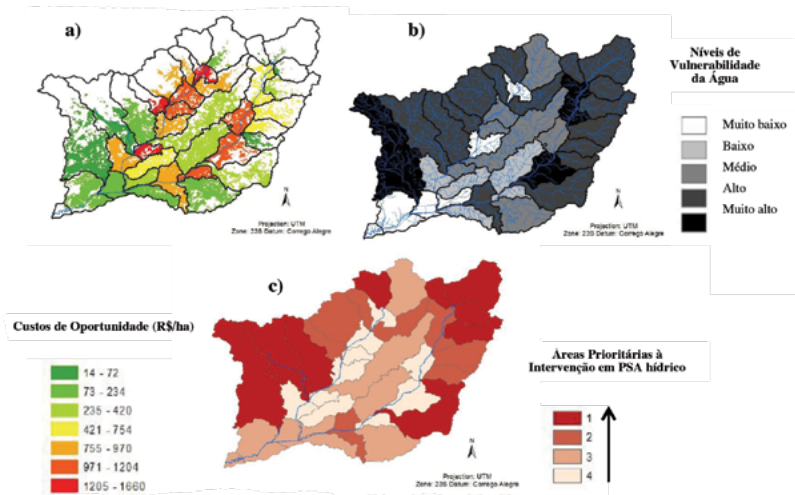
## **PROCEDIMENTOS**

- a) *Entrevistas com os produtores rurais* – 78 propriedades rurais em três microbacias da Bacia Guapi-Macacu foram selecionadas de forma aleatória e entrevistadas em 2011 e 2012 por meio de questionário semiestruturado. Os aspectos abordados nas entrevistas foram relacionados à propriedade da terra, custos, uso e manejo agrícola e percepção ambiental.
- b) *Elaboração do mapa de custo de oportunidade da terra (CO)* – a partir da organização dos dados obtidos nas entrevistas com os produtores rurais em base de dados foi possível aplicar o método econômico de análise custo-benefício para derivar o denominado custo de oportunidade da terra em reverter a utilização com agricultura e pastagem em floresta, visando melhorar a qualidade da água na bacia estudada (BIRD, 2011). De posse do mapa de uso e cobertura da terra da bacia na escala 1:50.000 (FIDALGO et al., 2008), os valores de custo de oportunidade obtidos com as entrevistas foram extrapolados para a escala da bacia hidrográfica Guapi-Macacu, para as classes pastagem e agricultura, sendo as demais classes de uso desconsideradas nesta etapa (RODRÍGUEZ-OSUNA et al., 2014). O mapa final de custo de oportunidade em reverter agricultura e pastagem em floresta apresentou sete classes, com intervalos de valores (R\$/ha) variando de R\$ 14,00 a R\$ 1.660,00 (RODRÍGUEZ-OSUNA et al., 2014).

- c) *Elaboração do mapa de vulnerabilidade dos recursos hídricos* – foi adotada uma base de conhecimento e aplicado sistema de suporte à decisão espacial em SIG, que integrou os resultados temáticos (relacionados à pressão e ao estado do ambiente na bacia em estudo), permitindo a geração de cenários da vulnerabilidade dos recursos hídricos, utilizando o modelo conceitual PSR (Pressure, State, Response) preconizado pela OECD USE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (1994). Foram utilizadas técnicas de lógica nebulosa, análise multicriterial e processo analítico hierárquico – AHP, com apoio de especialistas na ponderação dos temas (FERREIRA, 2012).
- d) *Elaboração do mapa de áreas prioritárias à intervenção no âmbito de PSA hídrico* – este mapa foi obtido a partir da sobreposição dos mapas de CO e vulnerabilidade dos recursos hídricos em SIG. Quatro classes foram estabelecidas, numeradas de 1 a 4, em função da prioridade (1-maior, 4-menor).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresentam-se os mapas de custo de oportunidade da terra (a), vulnerabilidade dos recursos hídricos (b) e de áreas prioritárias à intervenção em PSA hídrico, por sub-bacia da Bacia Guapi-Macacu – RJ. Observa-se que as áreas que apresentaram maior CO são as que possuem agricultura, seguido de pastagem e as que apresentaram menor CO são as menos ocupadas por agricultura e pastagens, muitas delas com presença de vegetação natural em diversos estágios de sucessão. Quanto à vulnerabilidade dos recursos hídricos as sub-bacias mais vulneráveis são as que recebem a pressão de áreas urbanas (esgoto), que estão em elevadas declividades, entre outros aspectos. As sub-bacias prioritárias à intervenção em um possível PSA são as que apresentaram maior vulnerabilidade dos recursos hídricos quanto à pressão e estado do ambiente e menor custo de oportunidade da terra (CO).



**Figura 1.** Mapas de custo de oportunidade da terra (a), vulnerabilidade dos recursos hídricos (b) e de áreas prioritárias à intervenção em PSA hídrico (c) na Bacia Guapi-Macacu, RJ.

## CONCLUSÕES

A aplicação de métodos de valoração econômica, como o Custo de Oportunidade da Terra (CO), tem sido cada vez mais utilizada para estimar valores de compensação ao produtor por práticas conservacionistas com potencial de contribuir para a geração de serviços ecossistêmicos. Contudo, destaca-se que cada método deve ser aplicado a uma situação específica. Por exemplo, na bacia Guapi-Macacu o custo de oportunidade da terra sob agricultura é bastante elevado, devido à sua proximidade com a área metropolitana do Rio de Janeiro. No entanto, as sub-bacias com menores custos foram as com maior proporção de pastagem, que no caso da bacia não é altamente lucrativo, onde seria indicado para investir na conservação ambiental. Ressalta-se ainda que algumas ações de baixo custo como cercamento de nascentes e evitar o acesso do gado aos cursos de água, podem resultar em ganho ambiental e impactos positivos na geração de serviços ecossistêmicos hídricos. O estabelecimento de critérios e ferramentas de apoio à decisão na seleção de áreas prioritárias à conservação dos recursos hídricos

são fundamentais para a otimização de recursos e esforços, facilitando também a mensuração dos impactos.

## REFERÊNCIAS

- BIRD. **Estimating the opportunity costs of REDD+**: a training manual. Version 1.3. Washington, 2011. 262 p.
- DE GROOT, R. S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260-272, 2010.
- FERREIRA, C. E. G. **Sistema de Suporte à decisão espacial aplicado à análise da vulnerabilidade dos recursos hídricos na bacia Guapi-Macacu/RJ**. 2012. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; MOURA, I. B.; GODOY, M. D. P. **Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 31 p. (Embrapa Solos. Série Documentos, 105).
- 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, p. 225-238, 2015.
- HANSEL, F.; PRADO, R. B. Água: um reflexo do ambiente de entorno. In: PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BONNET, A. **Monitoramento da revegetação do Comperj**: etapa inicial. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 85-99.
- OECD USE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Environmental Indicators - OECD Core Set**. Paris, 2001. 155 p.
- PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria do meio ambiente, 2013. 336 p.
- PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; CINTRÃO, R. P.; BENAVIDES, Z. C. Demanda e oferta de água nas bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu em área de Mata Atlântica – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., 2009, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: SBRH, 2009.
- 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 in Brazil (2011 to 2014): main opportunities and challenges. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM NEOTRÓPICOS, 4., 2015, Mar Del Plata. **Anais...** Mar Del Plata: CISEN, 2015.
- RODRÍGUEZ-OSUNA, V.; BÖRNER, J.; NEHREN, U.; PRADO, R. B.; GAESE, H.; HEINRICH, J. Priority areas for watershed service conservation in the Guapi-Macacu region of Rio de Janeiro, Atlantic Forest, Brazil. **Ecological Processes**, v. 3, p. 16, 2014.
- WORLD BANK. **Estimating the opportunity costs of REDD+**: a training manual. Version 1.3. Washington, 2011. 262 p.