



VALOR DE SEGUROS DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA DO CANCÃ – SP

Danilo Tabarelli Melo Barbosa¹, Marcos Roberto Benso² & Eduardo Mario Mendiondo³

1: Graduando do Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo - *Campus* de São Carlos, SP.

2: Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo - Campus de São Carlos, SP.

3: Professor Titular do Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo - Campus de São Carlos, SP.

RESUMO

Recentes crises hídricas em regiões de grande importância socioeconômica no Brasil têm evidenciado, cada vez mais, a importância dos serviços ecossistêmicos para uma sociedade resiliente e sustentável. Temas como pagamentos por serviços ambientais (PSA) e soluções baseadas na natureza (SbN) são fundamentais para a proteção do capital natural preservado e o incentivo para melhoria da qualidade ambiental dos ecossistemas antropizados. No entanto, nota-se a necessidade de propor ferramentas que auxiliem na proteção e promoção das SbN, no sentido de reduzir o risco de desastres naturais nessas áreas e fomentar maior investimento público e privado na conservação ambiental. Para a criação destas ferramentas, é necessário produzir mais estudos de base que levantem dados secundários, identifiquem bacias hidrográficas críticas e produzam indicadores que permitam avaliar o risco ambiental dessas zonas críticas para serviços ambientais. Espera-se com este projeto, coletar dados relevantes aos desafios mencionados bem como produzir um modelo conceitual de seguros indexados para proteção e promoção das SbN na microbacia hidrográfica do Córrego do Cancã, no município de Joanópolis (SP).

Palavras-chave: Pagamentos por Serviços Ambientais, Soluções Baseadas na Natureza, modelagem hidrológica.

ABSTRACT

Recent water crisis in regions of great social and economic importance in Brazil have increasingly highlighted the importance of ecosystem services for a resilient and sustainable society. Themes such as payments for ecosystem services (PES) and nature-based solutions (NbS) are essential for the protection of preserved natural capital and incentives for improving the environmental quality of anthropized ecosystems. However, there is a need to propose tools that assist in the protection and promotion of NbS in order to reduce the risk of natural disasters in these areas and encourage greater public and private investment in environmental



conservation. To create these tools, it is necessary to produce more baseline studies that gather secondary data, identify critical watersheds, and produce indicators that allow for the assessment of environmental risk in these critical zones for ecosystem services. With this project, we hope to collect relevant data on the mentioned challenges as well as produce a conceptual model of index-based insurance for the protection and promotion of NbS in the micro-watershed of the Córrego do Cancã, in the municipality of Joanópolis (SP).

Keywords: Payments for Environmental Services, Nature-Based Solutions, Hydrological Modeling.

INTRODUÇÃO

A provisão de água é um serviço ecossistêmico que é fundamental para a sociedade. Em regiões de alta demanda, situações críticas de seca podem levar a conflitos, desabastecimento e prejuízos econômicos. As bacias hidrográficas são elementos fundamentais para a gestão integrada dos recursos hídricos e desempenham um papel crucial na garantia do abastecimento público das megacidades. Um desafio significativo surge quando se trata de bacias hidrográficas não monitoradas, também conhecidas como *ungauged basins* caracterizadas pela falta de dados hidrológicos e climáticos confiáveis, o que dificulta a compreensão precisa dos processos hidrológicos e o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão de riscos (SILVA, 2016). O problema se agrava quando consideramos que justamente nessas bacias não monitoradas estão localizados projetos de grande importância para a gestão integrada dos recursos hídricos. A falta de monitoramento adequado nessas bacias torna-se uma preocupação crítica, pois a gestão de risco e a redução de desastres (Disaster Risk Reduction - DRR) são comprometidas pela falta de dados confiáveis e pela limitada compreensão dos riscos associados (TWIGG, 2015).

Antes de explorar as estratégias de gestão de risco, é importante definir o conceito de risco. No contexto deste estudo, risco refere-se à probabilidade de ocorrência de um evento adverso e às consequências associadas a esse evento (NAGHETTINI & PORTELA, 2011). Compreender e avaliar o risco é crucial para a tomada de decisões informadas e para a implementação de estratégias adequadas de gestão de risco. Uma das abordagens importantes para lidar com o risco é a transferência de risco, que pode ser alcançada por meio do uso de mecanismos de seguro. A transferência de risco envolve a transferência da responsabilidade financeira pelos riscos identificados para terceiros, como seguradoras. A utilização de seguros é uma ferramenta valiosa que auxilia na mitigação dos impactos financeiros decorrentes de eventos adversos, fornecendo proteção e estabilidade às áreas afetadas.

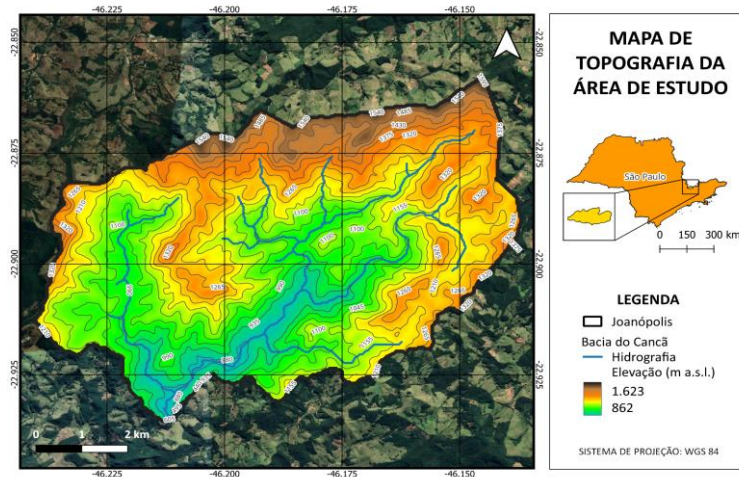
Neste sentido, Programas de Pagamento por Serviços Ambientais têm o objetivo de prover auxílio financeiro para que produtores rurais em bacias produtoras de água preservem e

aumentem áreas florestais para reduzir o risco de situações críticas. Tendo em vista este desafio, este trabalho objetiva propor um framework conceitual para avaliar a performance de programas de PSA com base em modelagem ecohidrológica.

METODOLOGIA

O Projeto Produtores de Água do PCJ, implantado em 2010 pela The Nature Conservancy (TNC) e pelos Comitês PCJ, é uma iniciativa que visa promover o PSA a agricultores que adotam práticas que visem promover a melhoria da qualidade e a ampliação da oferta das águas e da região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (VIANI et al., 2015; AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2021). Os produtores são incentivados e recompensados financeiramente por adotarem práticas sustentáveis de conservação do solo, uso eficiente de água, reflorestamento de áreas degradadas e preservação de nascentes e matas ciliares (VIANI et al., 2015). Como objeto de estudo, foi escolhida a Bacia do Córrego do Cancã (Figura 1), que desempenha um papel fundamental no abastecimento de água para a região.

Figura 1 – Área de estudo.



Fonte: O Autor, 2023.

Para a construção do framework conceitual para que seja possível avaliar a performance do programa de PSA, os seguintes dados foram obtidos: precipitação diária de um ponto da área de estudo, dados de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) desse mesmo ponto, a série histórica dos usos e ocupações do solo da bacia hidrográfica, e uma modelagem ecohidrológica.

O NDVI é um indicador simples de biomassa fotossinteticamente ativa: a vegetação saudável é boa absorvedora do espectro eletromagnético em razão visível - a clorofila absorve as ondas de luz azul e vermelha, refletindo o espectro verde, assim, os olhos humanos visualizam a vegetação verde como a mais saudável (XU et al., 2022).

Foram utilizados dados de precipitação diária do Grupo de Riscos Climáticos de Precipitação por Infravermelho (CHIRPS), com resolução de 5564 m e dados de 16 dias NDVI do Espectrorradiômetro de Imagens de Resolução Moderada (MODIS), com resolução de 250 m, para um ponto localizado na Latitude -46.164 e Longitude -22.897, entre os períodos de 2005 a 2015. Os dados foram obtidos com auxílio da plataforma Google Earth Engine.

Para a evolução do uso e ocupação do solo na área de estudo, foram utilizados os dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias).

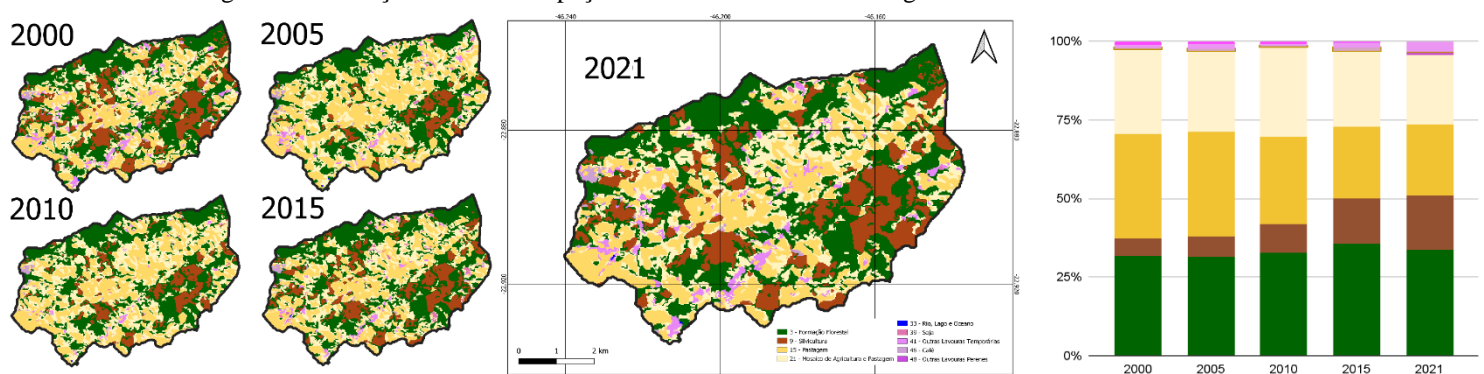
Para a modelagem ecohidrológica, foi utilizado o pacote de modelagem disponível na linguagem de programação R, *Ecohydmod*, que permite simular o balanço hídrico do solo, séries de chuvas e o crescimento da vegetação (SOUZA, 2017).

Por fim, para a interpretação da compatibilidade entre os resultados teóricos e os resultados baseados nos bancos de dados MODIS e CHIRPS, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009). Dancey e Reidy (2005) classificam o coeficiente como: $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,6$ (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte).

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Com a coleta de dados, foi possível identificar 9 classes de uso e ocupação do solo na microbacia ao longo dos anos: formação florestal, silvicultura, pastagem, corpos d'água (rio, lago ou oceano), soja, outras lavouras temporárias, Café e outras lavouras perenes, como ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Evolução do uso e ocupação do solo na Bacia do Córrego do Cancã entre os anos de 2005 e 2021.



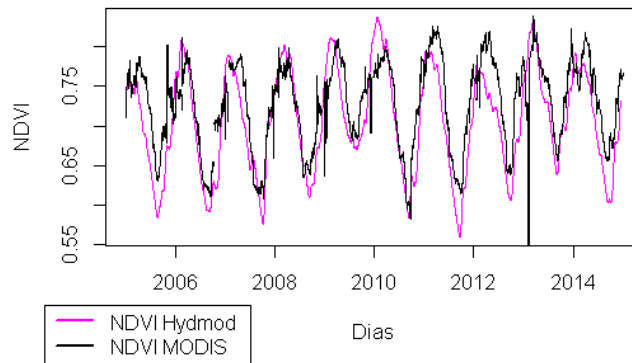
Fonte: MapBiomias.

Entre os anos de 2005 (antes da implantação do PSA) e 2015 (depois da implantação), houve um grande aumento das áreas de formação florestal e silvicultura. Nesse recorte de tempo, a formação florestal cresceu de 18 km^2 para 20.3 km^2 e a silvicultura, de 3.7 km^2 para 8.3 km^2 . Outro resultado positivo foi a diminuição da pastagem: de 19 km^2 para 13 km^2 . Mosaicos de uso de pastagem e agricultura também diminuíram, sendo, em 2005, 14.8 km^2 e, em 2015, 13.7 km^2 .



Após a calibragem do modelo ecohidrológico Ecohydmod, obteve-se uma boa correlação entre a série resgatada do MODIS (Figura 3).

Figura 3 – Gráfico das séries de NDVI do modelo ecohidrológico Ecohydmod calibrado e do MODIS para o ponto localizado na Latitude -46.164 e Longitude -22.897.



Fonte: CHIRPS; MODIS.

Com a modelagem, foi possível chegar em um coeficiente de correlação de Pearson igual a 0.805, que indica um forte grau de dependência estatística entre as séries, manifestando uma ótima confiabilidade para o modelo ecohidrológico.

CONCLUSÃO

Este trabalho propôs um framework conceitual para avaliação da performance de projetos de PSA na provisão de água com base na simulação de balanço de água no solo e NDVI. Um estudo de caso foi realizado na bacia do Córrego do Cancã, que faz parte do sistema Cantareira no Estado de São Paulo.

Com base na observação de dados do Mapbiomas entre o período de 2005 e 2015 houve perceptível transição de uso e ocupação do solo com aumento de áreas florestadas e silvicultura bem como diminuição de pastagens o que sugere impacto positivo do PSA na preservação e melhoria do capital natural e serviços ecossistêmicos na região.

O modelo Ecohydmod mostrou boa performance na simulação de NDVI quando comparado com dados do MODIS.

O próximo passo é considerar o modelo Ecohydmod para áreas de cultivo agrícola, pastagens, florestais e silvicultura com ênfase em regiões que transacionaram de área de pastagem ou agrícola para área florestal e silvicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. Localização. Agência das Bacias PCJ, 2021. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/bacias->



pcj/localizacao/#:~:text=A%20regi%C3%A3o%20das%20bacias%20dos,rios%20Jaguari%2C%20Camanducaia%20e%20Atibaia. Acesso em 10 de jun. 2023.

ALBUQUERQUE, EM de et al. Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa-PB. Revista Estudos Geoambientais, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2014.

DANCEY, C.; REIDY, J. Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 10 de jun. 2023.

NAGHETTINI, Mauro; PORTELA, Maria Manuela. Probabilidade e estatística aplicadas à hidrologia. Texto de apoio à unidade curricular Hidrologia e Recursos Hídricos do 3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, 2011.

MODIS Vegetation Index (MOD 13): Algorithm Theoretical Basis Document Page 26 of 29 (version 3), (http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf).

SILVA, Antonio Kledson Leal et al. Impacto da expansão da palma de óleo sobre o escoamento superficial e produção de sedimentos nas sub-bacias hidrográficas não monitoradas dos rios Bujaru e Mariquita no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. 2016. Tese de Doutorado. UFRA/Capanema.

TWIGG, John et al. Disaster risk reduction. 2015.