

# IMPACTO ECONÔMICO DOS PEQUENOS RESERVATÓRIOS SOBRE A GERAÇÃO HIDRELÉTRICA E IRRIGAÇÃO NA BACIA DO RIO SÃO MARCOS

*Julietta Augusto Nhampossa<sup>1</sup>; Guilherme Fernandes Marques<sup>2</sup>; Filipe Sampaio Casulari Pinhati<sup>3</sup>; Lineu Neiva Rodrigues<sup>4</sup>*

**Palavras-Chave** – Pequenos reservatórios; geração hidrelétrica, agricultura irrigada.

## INTRODUÇÃO

Os pequenos reservatórios são de extrema importância em várias regiões áridas e semiáridas do mundo. No Brasil, respondem por aproximadamente 70% da capacidade total de água para irrigação, constituindo a principal infraestrutura de irrigação no Bioma cerrado (Pinhati *et al.* 2020). Estudos anteriores mostraram que os pequenos reservatórios podem ter impactos positivos na segurança hídrica e alimentar, no entanto, também há preocupações com seus efeitos sobre a disponibilidade de água em reservatórios maiores, especialmente em cenários futuros de mudanças climáticas, onde pequenos reservatórios podem ser mais vulneráveis (Kroll *et al.* 2011; Donchyts *et al.* 2022). O presente artigo foca na análise dos impactos econômicos dos pequenos reservatórios na geração hidrelétrica e na irrigação na Bacia hidrográfica do rio São Marcos, que possui dois reservatórios maiores de uso energético e 512 pequenos reservatórios, dos quais 458 são destinados à irrigação. A metodologia baseou-se numa abordagem estocástica para considerar as incertezas hidrológicas.

## METODOLOGIA

A Bacia do rio São Marcos possui uma área total de 1.214.000 hectares e está localizada na região hidrográfica do Paraná. Os principais usos na bacia incluem a produção agrícola irrigada, com 1.271 pivôs centrais e 78.983,6 ha irrigados por pequenos reservatórios (ANA, 2022), e a geração hidrelétrica com 265,8 MW de potência instalada. Os 458 pequenos reservatórios foram agregados em 45 reservatórios equivalentes que juntamente com os dois reservatórios de geração hidrelétrica totalizaram 47 pontos de demanda na bacia. A topologia do sistema foi representada em um modelo hidro - econômico cujo algoritmo de otimização emprega a Programação Dual Dinâmica Estocástica (Pereira e Pinto, 1989). Os dados de entrada incluíram: as vazões afluentes aos reservatórios; as características dos reservatórios maiores e das usinas hidrelétricas obtidos em ONS (2023); as características dos pequenos reservatórios em ANA (2022) e características das culturas agrícolas obtidos em CONAB (2022). Os dados de saída do modelo incluíram as vazões turbinadas e vazões retiradas para irrigação, que maximizam o benefício econômico dos usos da água. Para o estudo do impacto econômico dos pequenos reservatórios na geração hidrelétrica e irrigação foram considerados dois cenários: um com pequenos reservatórios e outro sem pequenos reservatórios. Em ambos os cenários, foram analisadas as retiradas de água para irrigação, a energia gerada, o benefício econômico da irrigação e o benefício econômico do uso hidrelétrico.

## RESULTADOS

O modelo gerou um vetor de resultados mensais para cada reservatório, o que possibilitou a análise das médias anuais das retiradas para irrigação e seus benefícios, bem como as médias anuais de geração hidrelétrica e seus benefícios econômicos, cujos valores estão apresentados na Tabela 1, onde é feita a comparação entre os dois cenários, mostrando as diferenças percentuais.

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS; Avenida Bento Gonçalves, Porto Alegre, RS 91501-970, Brasil; junhampossa87@gmail.com.br

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ UFRGS; Avenida Bento Gonçalves, Porto Alegre, RS 91501-970, Brasil; guilherme.marques@ufrgs.br

<sup>3</sup>Agência Nacional de Águas, Coordenação de Estudos Hidrológicos – COHID, DF, Brasil 70610-200; geohydroaustralia@gmail.com

<sup>4</sup> Embrapa Cerrados, BR-020, Km 18, 73310-970, Planaltina, DF, Brasil; lineu.rodrigues@embrapa.br

Tabela 1 - Médias anuais de retirada para irrigação, energia gerada e os respectivos benefícios econômicos.

Cenários	Irrigação		Geração hidrelétrica	
	Retiradas (hm <sup>3</sup> /ano)	Benefício (x10 <sup>6</sup> R\$/ano)	Energia gerada (GWh/ano)	Benefício (x10 <sup>6</sup> R\$/ano)
Com pequenos reservatórios	398.28	437.25	831.84	145.22
Sem pequenos reservatórios	363.91	414.21	1056.56	187.64
Diferença percentual	8.6 %	5.2 %	21.2 %	22.6 %

Os resultados permitem constatar que as retiradas de água para irrigação aumentam em 5,41% com a presença de pequenos reservatórios na bacia, enquanto a geração hidrelétrica reduz em 21.2 %. Isso resulta em um aumento de 5.2 % no benefício econômico das retiradas para irrigação e redução de 22.6 % no benefício econômico da geração hidrelétrica. O atendimento á demanda de irrigação com pequenos reservatórios foi de 83,3 % e sem pequenos reservatórios foi de 76.2%

## CONCLUSÃO

O estudo mostra que os pequenos reservatórios têm um impacto econômico positivo para a irrigação e negativo para a geração hidrelétrica. Sem os pequenos reservatórios, o sistema geraria mais energia, criando prejuízos para a irrigação. A configuração e os resultados do modelo fornecem uma base de dados abrangente da bacia, incluindo a caracterização hidrológica e econômica dos pequenos reservatórios. Essas informações são essenciais para aprimorar as estratégias de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Organization For Women in Science for Developing World (OWSD) e a Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA) pela bolsa de doutorado e ao Projeto Universal pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (2022). "Dados da Bacia do Rio São Marcos". Disponível em <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c0ad8dfc-6684-4d53-bd0b-fca79bedfb49>.

CONAB (2022). Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao>.

DONCHYTS, G.; BIERKENS, M.F.P.; BAART, F.; DAHM, R.; SCHELLEKENS, J.; GORELICK, N.; ICELAND, C.; SCHMEIER, S. (2022). "High-resolution surface water dynamics in Earth's small and medium-sized reservoirs". Scientific Reports, 12(1).

KROL, M.S.; DE VRIES, M. J.; VAN OEL, P.R.; DE ARAÚJO, J.C. (2011). "Sustainability of Small Reservoirs and Large Scale Water Availability Under Current Conditions and Climate Chang". Water Resources Management, 25(12), pp. 3017–3026.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). "Reservatórios – Dados abertos". Disponível em <https://dados.ons.org.br/dataset/reservatorio/resource/6f2bdf92-7c50-47cd-a22c-98877a44443e>. 2023.

PEREIRA, M.V.F. (1989). "Optimal stochastic operations scheduling of large hydroelectric systems". International Journal of Electrical Power and Energy Systems 11(3), pp. 161–169.

PINHATI, F. S. C.; RODRIGUES, L.N.; AIRES DE SOUZA, S. (2020). "Modelling the impact of on-farm reservoirs on dry season water availability in an agricultural catchment area of the Brazilian savannah". Agricultural Water Management 241(November 2019), pp.15.