



# I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento  
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

## INFLUÊNCIA DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NA DINÂMICA DO AQUÍFERO ALUVIAL: APLICAÇÃO DO MODELO SWAT- FREEWAT

Thaise Suanne Guimarães Ferreira <sup>1</sup> & José Almir Cirilo <sup>2</sup>

**Palavras-chave:** aluvião, segurança hídrica, modelagem numérica.

### INTRODUÇÃO

As barragens subterrâneas destacam-se como obras de baixo custo, simples implantação e reduzido impacto ambiental, destinadas ao armazenamento de água nos vazios do solo, sendo amplamente reconhecidas como uma alternativa viável para o abastecimento em regiões rurais difusas (Apaydin; Zengin, 2016). No Brasil, observa-se um crescimento significativo no número dessas estruturas, impulsionado por iniciativas voltadas ao atendimento das necessidades hídricas da população rural (Lima *et al.*, 2019).

Entre as principais vantagens das barragens subterrâneas destacam-se as baixas perdas por evaporação, a preservação do ecossistema local e a possibilidade de uso contínuo da terra após a implantação. Entretanto, sua eficiência pode ser comprometida por problemas como redução da capacidade de armazenamento, contaminação da água e riscos de salinização, geralmente associados a falhas na locação das estruturas. Estudos apontam que a adoção de metodologias baseadas no conhecimento dos solos, da geologia e do uso de ferramentas de apoio à decisão contribui significativamente para o aumento da taxa de sucesso desses empreendimentos (Kharazi; Yazdani; Khazealpour, 2019)

A análise dos efeitos da construção das barragens no fluxo subterrâneo constitui etapa fundamental para sua avaliação e operação. Nesse sentido, a modelagem numérica, com destaque para o uso do MODFLOW e de modelos integrados, tem sido amplamente empregada para investigar variações no nível freático, na disponibilidade hídrica e na qualidade da água (El-Hames, 2012; Fakharinia; Lalehzari; Yaghoobzadeh, 2012; Kim *et al.*, 2017; Suk; Seo; Kim, 2012; Yoshimoto *et al.*, 2013)

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da construção de uma barragem subterrânea sobre o fluxo subterrâneo e sua contribuição para a garantia da demanda hídrica na Bacia do Riacho Mimoso, em Pernambuco, por meio da aplicação do ambiente de modelagem FREEWAT, integrado a dados hidrológicos obtidos com o modelo *Soil and Water Assessment Tool* – SWAT.

---

<sup>1</sup>) Universidade Federal de Pernambuco, thaisesuanne14@gmail.com.

<sup>2</sup>) Universidade Federal de Pernambuco, almir.cirilo@gmail.com.

## METODOLOGIA

Foi desenvolvido um modelo de fluxo subterrâneo para simular o comportamento hidrogeológico de três barragens subterrâneas localizadas na Bacia do Riacho Mimoso, utilizando a plataforma FREEWAT.

A área simulada foi definida como um sistema isolado quanto às interações entre águas superficiais e subterrâneas com o restante da bacia. O aquífero foi representado por uma única camada de aluvião predominantemente arenosa. Com base em ensaios experimentais realizados por Santos (2017) em aluviões do Alto Rio Capibaribe, foi adotada condutividade hidráulica média de  $1,8 \times 10^{-4}$  m/s nas direções horizontal (x e y), reduzida em uma ordem de grandeza na direção vertical (z). A recarga do aquífero ocorre por precipitação e escoamento lateral, apresentando variabilidade espacial associada ao uso do solo, tipo de solo e topografia. Para representar esses processos, foi previamente desenvolvido um modelo hidrológico superficial com o SWAT, considerando o período de 2001 a 2019, subdividido em três períodos de estresse anuais de quatro meses, distinguindo as estações chuvosa (maio a agosto) e seca. A extração de água subterrânea foi representada por poços utilizados na agricultura familiar, com taxa de bombeamento estimada em 8 m<sup>3</sup>/dia por poço.

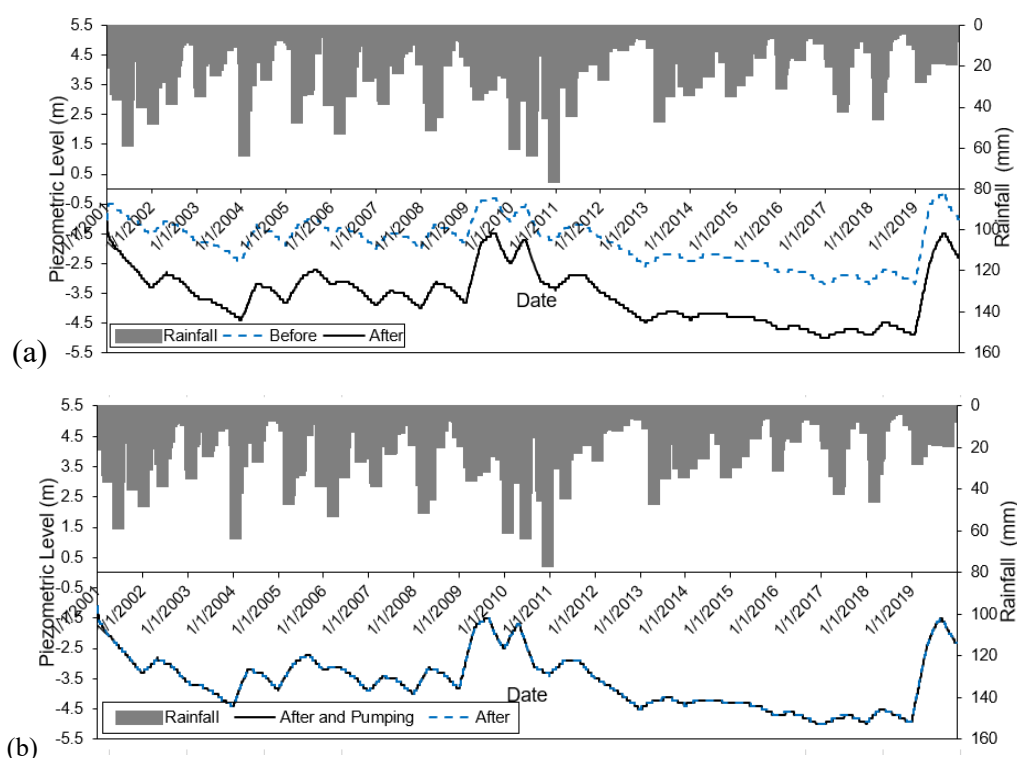
O modelo numérico foi discretizado em uma malha regular de 3 m × 3 m, cobrindo o curso principal do Riacho Mimoso e uma faixa de 50 m a partir de cada margem, totalizando 36.981 células ativas. A discretização vertical foi definida com base no Modelo Digital de Terreno (MDT) do projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D), considerando uma espessura média de 5,5 m para os depósitos aluviais (Cirilo *et al.*, 2020). Os parâmetros hidráulicos foram atribuídos conforme dados da literatura e a litologia definida no modelo conceitual. O Riacho Mimoso foi representado como condição de contorno de drenagem, assumindo-se sua atuação predominante como elemento drenante em cursos d'água intermitentes. As séries temporais de recarga e evapotranspiração foram obtidas a partir das simulações do SWAT, enquanto a localização dos poços foi identificada em campo.

Foram simulados três cenários: (i) cenário de referência, sem barragens subterrâneas e sem bombeamento; (ii) cenário com barragens subterrâneas, representadas por células com condutividade hidráulica de  $1 \times 10^{-8}$  m/d, sem extração de água; e (iii) cenário com barragens subterrâneas associadas à exploração por poços, permitindo avaliar conjuntamente os efeitos da retenção e do bombeamento sobre o fluxo subterrâneo.

## RESULTADOS

A análise dos resultados concentrou-se na identificação do efeito das barragens subterrâneas na acumulação de água nos depósitos aluviais. Para isso, foram selecionadas células representativas a montante e a jusante de cada barragem, acompanhando-se a evolução temporal do nível d'água ao longo do período de 2001 a 2019. A Figura 1 mostra a variação de nível de água subterrânea na barragem de Fundão II. Os resultados indicaram incremento significativo dos níveis de água a montante após a construção das barragens, com elevações máximas de aproximadamente 3,0 m na barragem Fundão II, 0,70 m em Cafundó I e 0,10 m em Cafundó II. Observou-se que os níveis de água subterrânea acompanham a variabilidade climática, sendo fortemente influenciados pelos períodos chuvosos e pela evapotranspiração. Destaca-se o ano de 2012, caracterizado por severa estiagem na região, que resultou em expressivo rebaixamento dos níveis de água em todas as barragens analisadas.

Figura 1 – Variação do nível de água subterrânea na barragem subterrânea de Fundão II no período de 2001–2019: (a) região a jusante antes e após a construção do barramento e (b) região a jusante após a construção da barragem subterrânea, sem e com bombeamento.



A jusante dos barramentos, os resultados mostraram o comportamento esperado de redução dos níveis de água subterrânea após a implantação das estruturas. Na barragem Fundão II, o decréscimo atingiu até 2,10 m, enquanto em Cafundó I foi da ordem de 0,60 m. Para a barragem Cafundó II, as diferenças entre os cenários com e sem barragem foram pouco expressivas, não ultrapassando 0,10 m em todo o período simulado.

A análise dos cenários com bombeamento indicou que a retirada de água não provocou alterações significativas nos níveis de água subterrânea, tanto a montante quanto a jusante das barragens. Esse comportamento evidencia a capacidade do reservatório subterrâneo em atender à demanda hídrica local sem comprometer a segurança hídrica do sistema. Os resultados reforçam o potencial das barragens subterrâneas como alternativa eficiente para o abastecimento de regiões rurais difusas, inclusive durante períodos prolongados de seca.

## CONCLUSÕES

Os incrementos nos níveis de água subterrânea variaram conforme as características locais, destacando-se a barragem Fundão II, que apresentou elevação de até 3,0 m, evidenciando maior eficiência hidráulica em comparação às demais estruturas analisadas. A redução dos níveis de água a jusante, observada após a implantação das barragens, confirma o papel dessas estruturas como elementos de retenção do fluxo subterrâneo, sem, contudo, provocar impactos expressivos que comprometam o equilíbrio hidrogeológico do sistema. Adicionalmente, os cenários com bombeamento indicaram que a extração de água nos poços não resultou em rebaixamentos significativos do nível

freático, mesmo durante períodos de estiagem severa, como o registrado em 2012, demonstrando a capacidade do reservatório subterrâneo em atender à demanda hídrica local de forma sustentável. De modo geral, os resultados reforçam o potencial das barragens subterrâneas como uma alternativa eficaz e de baixo impacto ambiental para o enfrentamento da escassez hídrica em regiões rurais difusas do semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- APAYDIN, A.; ZENGİN, E. A combined surface and groundwater storage project: The Elmadağ dam (Turkey). *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, vol. 49, no 3, p. 237–243, 2016.
- CIRILO, J. A.; VERÇOSA, L. F. de M.; GOMES, M. M. de A.; FEITOZA, M. A. B.; FERRAZ, G. de F.; SILVA, B. de M. Development and application of a rainfall-runoff model for semi-arid regions. *Brazilian Journal of Water Resources*, vol. 25, no e15, p. 1–19, 2020.
- EL-HAMES, A. S. Numerical Solution for Water Table Rise Estimation Behind Deep Underground Dam. *Ground Water*, vol. 50, no 4, p. 621–626, 2012.
- FAKHARINIA, M.; LALEHZARI, R.; YAGHOOBZADEH, M. The use of subsurface barriers in the sustainable management of groundwater resources. *World Applied Sciences Journal*, vol. 19, no 11, p. 1585–1590, 2012.
- KHARAZI, P.; YAZDANI, M. R.; KHAZEALPOUR, P. Suitable identification of underground dam locations, using decision-making methods in a semi-arid region of Iranian Semnan Plain. *Groundwater for Sustainable Development*, vol. 9, no June, p. 100240, 2019.
- KIM, J. T.; CHOO, C. O.; KIM, M. II; JEONG, G. C. Validity evaluation of a groundwater dam in Oshipcheon River, eastern Korea using a SWAT–MODFLOW model. *Environmental Earth Sciences*, vol. 76, no 22, p. 1–12, 2017.
- LIMA, A. de O.; LIMA-FILHO, F. P.; DIAS, N. D. S.; RIVEIRA, R. C.; NETO, M. F.; SOUSA, A. D. M.; REGO, P. R. do A.; FERNANDES, C. dos S. Variation of the Water Table and Salinity in Alluvial Aquifers of Underground Dams in The Semi-Arid Region of Rio Grande do Norte, Brazil. *Bioscience Journal*, vol. 35, no 2, p. 477–484, 2019.
- SANTOS, W. J. S. dos. FLUXO DE ÁGUA NA ALUVIÃO EM UM TRECHO DO RIO CAPIBARIBE NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO. 2017. 81f f. Dissertation (Master) – Federal University of Pernambuco, 2017. .
- SUK, H.; SEO, M. W.; KIM, H. S. Hydrogeological modeling for investigation of factors controlling the storage capacity of groundwater dam. *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 16, no 6, p. 933–942, 2012.
- YOSHIMOTO, S.; TSUCHIHARA, T.; ISHIDA, S.; IMAIZUMI, M. Development of a numerical model for nitrates in groundwater in the reservoir area of the Komesu subsurface dam, Okinawa, Japan. *Environmental Earth Sciences*, vol. 70, no 5, p. 2061–2077, 2013.