AVALIAÇÃO HIDRÁULICA E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UM SISTEMA DE FILTRAÇÃO EM MARGEM IMPLANTADO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Raquel Ferreira do Nascimento [1,2] ; José Adson Andrade de Carvalho Filho[1], Fabrício Eduardo Silva de Lima[1], Ana Gabriella dos Santos Batista de Menezes[1], Leidjane Maria Maciel de Oliveira[1], Sylvana Melo dos Santos[1], Anderson Luiz Ribeiro de Paiva[1] & Jaime Joaquim da Silva Pereira[1, 3]

RESUMO – A Filtração em Margem (FM) é uma técnica de tratamento de água que utiliza a infiltração induzida de água superficial para melhorar sua qualidade. Assim, este trabalho avaliou o desempenho de um sistema de FM implantado em Petrolândia–PE por meio de análises hidráulicas e de qualidade da água. O sistema foi composto por um poço de bombeamento e dois piezômetros instalados às margens do Rio São Francisco. Foram monitorados vazão, níveis de água, condutividade elétrica (CE), temperatura, pH, cor, turbidez, coliformes totais e *E. coli*. A vazão média obtida foi de 12,19 $m^3.h^{-1}$, suficiente para atender aproximadamente 1950 habitantes. Os gradientes hidráulicos atingiram valores de até -39‰ durante o bombeamento, evidenciando a indução do fluxo da água superficial para o aquífero. A FM reduziu a cor e a turbidez em aproximadamente 69% e 52,5%, respectivamente. Em contrapartida, observou-se aumento da CE e redução do pH. Houve diminuição da ocorrência de coliformes totais e ausência de *E. coli* nas amostras da FM. Os resultados indicam que a técnica apresenta potencial para complementar o abastecimento hídrico no semiárido, contribuindo para a melhoria da qualidade da água, embora a correção do pH possa ser necessária para uso em sistemas de abastecimento público.

ABSTRACT – Riverbank Filtration (RBF) is a water treatment technique that uses induced infiltration of surface water to improve water quality. This study evaluated an RBF system installed in Petrolândia, PE, Brazil, using hydraulic and water quality analyses. The system comprised a pumping well and two piezometers located along the São Francisco River. Flow rate, water level, electrical conductivity (EC), temperature, pH, color, turbidity, total coliforms, and *E. coli* were monitored. Average flow rate was 12.19 $m^3\ h^{-1}$, sufficient to supply about 1,950 inhabitants. Hydraulic gradients reached -39‰ during pumping, indicating induced flow from the river to the aquifer. RBF reduced color and turbidity by approximately 69% and 52.5%, respectively. In contrast, EC increased and pH decreased. Total coliform occurrence decreased and E. coli was absent in RBF samples. Results indicate that RBF can supplement water supply in semiarid regions while improving water quality, although pH adjustment may be required before public supply use.

Palavras-Chave – abastecimento de água; condutividade elétrica; Rio São Francisco.

[1]) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901, (81) 2126-8000, raquel.ferreiran@ufpe.br; adson.carvalho@ufpe.br; fabricio.eduardo@ufpe.br; gabriella.batista@ufpe.br; anderson.paiva@ufpe.br; jaime.cabral@ufpe.br
[2]) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Rua Francisco Urquiza Machado, 462 - Meladão, Floriano - PI, 64800-000, (89) 3515-6400, raquel.ferreira@ifpi.edu.br
[3]) Universidade de Pernambuco – UPE, Av. Gov. Agamenon Magalhães - Santo Amaro, Recife - PE, 50100-010, (81) 3183-3674, jaime.cabral@poli.br

1 - INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro apresenta recorrentes desafios relacionados à disponibilidade hídrica, em função da irregularidade das precipitações e das elevadas taxas de evapotranspiração, fatores que comprometem a segurança hídrica da população (SUDENE, 2021; INSA, 2024). Nesse contexto, torna-se necessária a busca por alternativas capazes de ampliar a oferta de água e contribuir para a melhoria da sua qualidade, especialmente para fins de abastecimento público.

A Filtração em Margem (FM) é uma técnica de tratamento de água que consiste na captação de água por meio de poços instalados próximos a mananciais superficiais. O bombeamento induz a infiltração da água através dos sedimentos do aquífero, promovendo processos naturais de filtração, sorção e biodegradação que podem melhorar a qualidade da água captada (Hiscock e Grischek, 2002). Além de sua simplicidade operacional, a técnica tem apresentado resultados promissores na remoção de sólidos suspensos, matéria orgânica e outros contaminantes em diferentes condições ambientais (Noh *et al*., 2022; Janik *et al.*, 2024).

Entretanto, o desempenho da FM depende diretamente das características hidrogeológicas e hidráulicas da área de implantação, uma vez que fatores como conectividade entre o manancial e o aquífero, gradiente hidráulico e qualidade das águas de origem influenciam o funcionamento do sistema e a qualidade da água produzida (Moniruzzaman *et al*., 2018; Hoang *et al*., 2022; Kondor *et al*., 2024).

Apesar do potencial da técnica, sua aplicação em regiões semiáridas brasileiras ainda é pouco estudada. Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema piloto de FM implantado em Petrolândia–PE, por meio da análise de suas condições hidráulicas de operação e da sua influência sobre parâmetros de qualidade da água.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Petrolândia, localizado no sertão de Pernambuco, às margens do Rio São Francisco. A área foi selecionada pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) para implantação de um sistema de FM devido à disponibilidade de água superficial e à necessidade de complementar o abastecimento local.

Segundo a classificação climática de Köppen, Petrolândia apresenta clima do tipo BSh, característico de regiões semiáridas, com precipitação anual inferior a 760 mm, chuvas concentradas entre janeiro e março e temperatura média anual superior a 22 °C (APAC, 2023). O município integra

a região do Submédio São Francisco e é influenciado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga, também conhecido como Lago de Itaparica, formado após o represamento do Rio São Francisco em 1988 (FIOCRUZ, 2015).

Do ponto de vista hidrogeológico, Petrolândia está inserida em uma área com ocorrência de aquíferos fissurais e porosos. O aquífero poroso está associado à Bacia Sedimentar do Jatobá, enquanto os aquíferos fissurais predominam na porção sul do município (CPRM, 2000).

Em Petrolândia, implantou-se um sistema piloto de FM composto por um poço de bombeamento (PB-01) e dois piezômetros (P-01 e P-02). O PB-01 foi instalado a 84,5 m do Rio São Francisco, com 34 m de profundidade, diâmetro de perfuração de 9 7/8" e revestimento de 6". Os piezômetros foram posicionados entre o rio e o poço de bombeamento, ao longo da trajetória do fluxo subterrâneo, para auxiliar no monitoramento da qualidade da água e da interação entre as águas superficial e subterrânea. O P-01 e o P-02 foram instalados a 25,0 m e 52,0 m do rio e com profundidade de 25 m e 10 m, respectivamente (Figura 1).

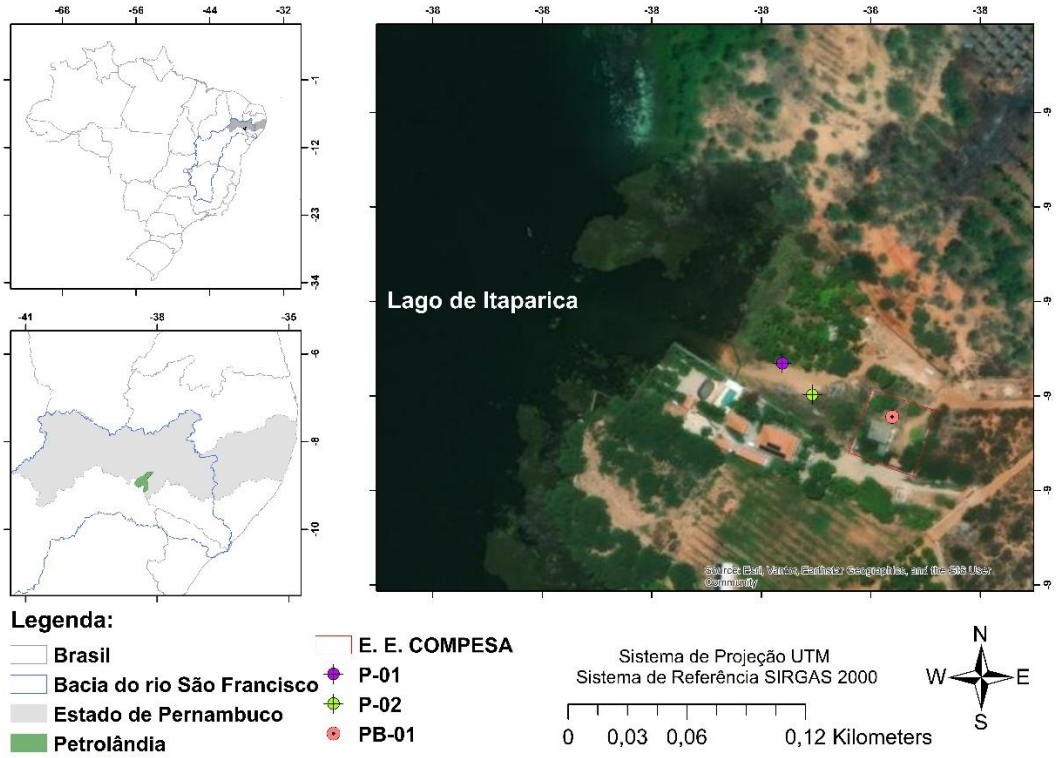


Figura 1 – Localização dos piezômetros (P-01 e P-02) e do poço de bombeamento (PB-01) em Petrolândia - PE

2.2 - Características hidráulicas do sistema da Filtração em Margem

O poço de bombeamento (PB-01) foi equipado com uma bomba submersa de 3,0 cV (Ebara, modelo OM4A) e um hidrômetro para medição do volume produzido. A vazão do sistema foi acompanhada em intervalos de dois dias entre maio e julho de 2025.

Além da vazão, a dinâmica hidráulica do sistema foi avaliada por meio do monitoramento contínuo da pressão hidrostática nos poços P-01, P-02 e PB-01, utilizando sensores automáticos com registros a cada 30 minutos entre julho e dezembro de 2025. Para análise da interação entre as águas superficial e subterrânea, os dados dos poços foram associados aos níveis do Lago de Itaparica obtidos junto à ANA (2025).

2.3 - Avaliação da eficiência da Filtração em Margem

A eficiência da FM foi avaliada por meio de análises de pH, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E. coli* na água superficial do Lago de Taparica (LT), em um poço afastado do rio, que corresponde somente à água subterrânea (GW) e na água produzida pelo poço de bombeamento da FM (PB-01). As amostragens foram realizadas mensalmente entre janeiro e dezembro de 2025 em laboratório da COMPESA, seguindo os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). Adicionalmente, a condutividade elétrica (CE) e a temperatura foram monitoradas continuamente nos poços P-01, P-02 e PB-01 por sensores automáticos, com registros a cada 30 minutos entre julho e dezembro de 2025 (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros e localização dos pontos monitorados em Petrolândia - PE

Parâmetros	**Pontos monitorados**	**Descrição**	**Coordenadas geográfica**	
			Latitude	**Longitude**
pH, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E. coli*	LT	Água superficial	8°59'06,77"S	38°13'51,46"O
	GW	Água subterrânea	8°58'49,36"S	38°13'42,75"O
	PB-01	Poço de bombeamento	8°59'12,21"S	38°14'40,28"O
Condutividade elétrica e temperatura	P-01	Piezômetro	8°59'11,33"S	38°14'42,08"O
	P-02	Piezômetro	8°59'11,85"S	38°14'41,59"O
	PB-01	Poço de bombeamento	8°59'12,21"S	38°14'40,28"O

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Características hidráulicas do sistema da Filtração em Margem

O sistema de FM de Petrolândia apresentou vazão média de 12,19 $m^3.h^{-1}$, equivalente a cerca de 293 $m^3.d^{-1}$. Nessa condição, seria possível atender aproximadamente 1950 habitantes, considerando consumo per capita de 150 $L.dia^{-1}$ e operação contínua. A produção observada é semelhante à registrada em um projeto piloto implantado no Rio Beberibe, em Recife–PE, que alcançou vazão média de 302 $m^3.d^{-1}$ (Freitas *et al*., 2012). Vazões mais baixas decorrentes da pequena

profundidade e diâmetro, mas principalmente pela potência da bomba. O PB-01 teria capacidade de extrair maior volume.

Embora existam sistemas de FM com capacidades muito superiores, ultrapassando 10.000 $m^3.d^{-1}$, esses empreendimentos normalmente utilizam conjuntos de poços para ampliar a produção (Hoang *et al.*, 2022). Um exemplo é o sistema instalado junto ao Rio Nakdong, na Coreia do Sul, que produz cerca de 28000 $m^3.d^{-1}$ de água (Kim *et al.*, 2025). A adoção de elevadas taxas de bombeamento em poços individuais não é recomendável, pois pode reduzir o tempo de retenção da água no subsolo, favorecer processos de colmatação e aumentar o risco de superexploração do aquífero (Castillo-Sánchez *et al.*, 2025).

A pressão hidrostática monitorada nos poços indicou conectividade hidráulica entre os pontos avaliados (Figura 2). Durante os períodos de interrupção do bombeamento, observou-se recuperação simultânea dos níveis da água, comportamento que sugere elevada condutividade hidráulica da área. Além disso, a relação entre os níveis de água no aquífero e no Lago de Itaparica indicou que, na ausência de bombeamento, o fluxo subterrâneo ocorre naturalmente em direção ao corpo hídrico superficial. Entretanto, durante a operação do poço de produção, o rebaixamento do nível da água estabelece um gradiente favorável à indução de fluxo da lagoa para o aquífero, condição fundamental para o funcionamento da FM (Hoang *et al.*, 2022). Os gradientes hidráulicos observados atingiram valores de até -39‰, confirmando a influência do bombeamento sobre a dinâmica do fluxo subterrâneo.

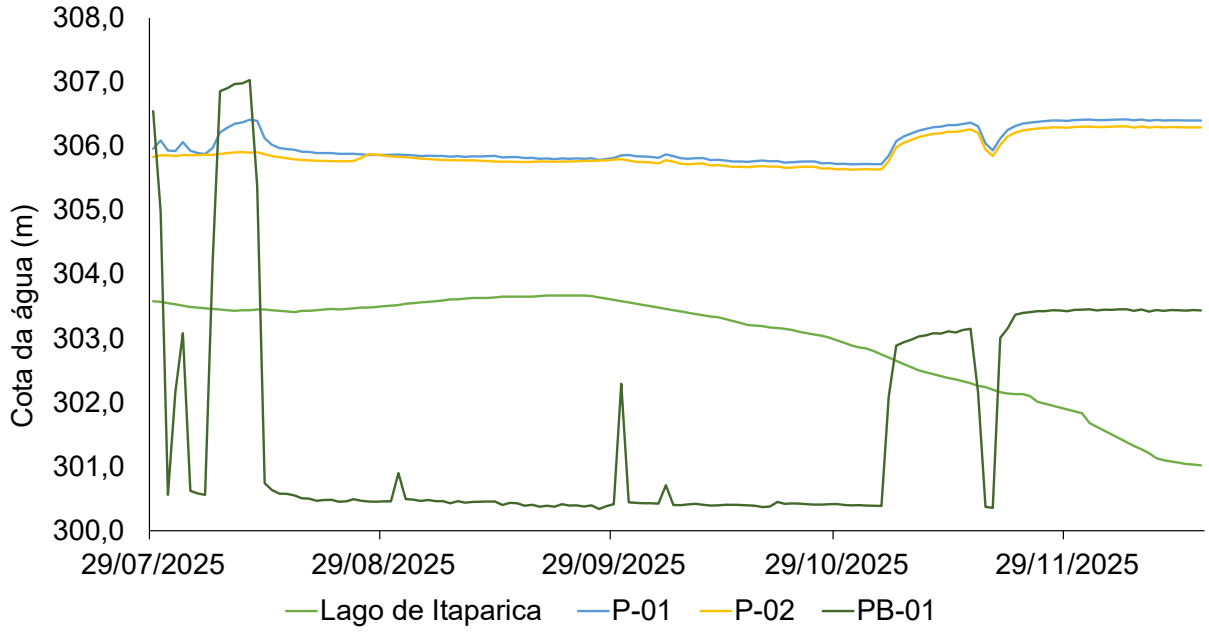


Figura 2 – Cota da água na Lagoa de Itaparica e nos poços (P-01, P-02 e PB-01)

3.2 - Avaliação da eficiência da Filtração em Margem

Valores elevados de CE foram observados na área de estudo, atingindo até 921,82 µS.cm⁻¹ no poço de bombeamento da FM (Tabela 2). As águas subterrâneas da região normalmente apresentam elevada condutividade elétrica. Na Bacia Sedimentar do Jatobá, Silva e Lima (2023) registraram valor médio de 844,50 µS.cm⁻¹ em poços locais, corroborando os resultados observados neste estudo. As características climáticas do semiárido, marcadas por baixa disponibilidade hídrica e intensa evapotranspiração, contribuem para a concentração de sais no ambiente (EMBRAPA, 2004).

Tabela 2 – Média e desvio padrão da condutividade elétrica e da temperatura nos poços em Petrolândia - PE

Parâmetro	P-01	P-02	PB-01
Condutividade elétrica (µS.cm⁻¹)	721,85 ± 55,06	875,24 ± 31,98	921,82 ± 55,04
Temperatura (°C)	29,4 ± 0,6	30,1 ± 0,4	30,8 ± 0,4

Além disso, observou-se uma tendência de aumento da CE entre os pontos monitorados, com menores concentrações no P-01 e maiores no poço de bombeamento (PB-01). Esse comportamento é compatível com o enriquecimento mineral da água ao longo do percurso subterrâneo na FM, decorrente da interação com os materiais geológicos atravessados.

Quanto à temperatura, a água também apresentou valores médios elevados e com baixa variação temporal, apresentando valores superiores a 29°C em todos os pontos monitorados (Tabela 2). Esse comportamento é compatível com as condições climáticas do semiárido. Embora temperaturas entre 20 e 30 °C favoreçam a atividade microbiana e a biodegradação, valores superiores podem contribuir para condições anóxicas e reduzir a eficiência desses processos (Freitas *et al*., 2025). Assim, esse resultado pode indicar a ocorrência de condições anóxicas no sistema de FM em Petrolândia durante os períodos mais quentes do ano.

Observou-se ainda aumento gradual da temperatura entre o P-01, P-02 e PB-01. Esse padrão sugere maior influência da água do rio nas proximidades da margem e predominância das condições térmicas do aquífero nos pontos mais distantes, comportamento também observado em outros sistemas de interação rio-aquífero (Kaandorp *et al*., 2019; Mamdouh *et al*., 2021).

O pH da água produzida pela FM foi inferior ao observado nas águas de origem (Tabela 3). Enquanto os valores registrados na água superficial e na água subterrânea variaram entre 6,95 e 7,16, o poço de bombeamento apresentou pH médio de 5,32. A redução pode estar associada à degradação da matéria orgânica durante o percurso subterrâneo, processo que favorece a formação de CO_2 e a acidificação da água (Freitas *et al*., 2017).

Tabela 3 – Média e desvio padrão do pH, cor e turbidez nas águas em Petrolândia - PE

Parâmetro	LT	GW	PB-01
pH	7,16 ± 0,29	6,95 ± 0,23	5,32 ± 0,24
Cor (uH)	6,96 ± 2,30	1,69 ± 1,26	2,16 ± 1,18
Turbidez (uT)	0,80 ± 0,39	0,40 ± 0,16	0,38 ± 0,28

Do ponto de vista operacional, os valores observados no poço de bombeamento situaram-se abaixo da faixa recomendada para consumo humano, estabelecida entre 6,0 e 9,0 pela Portaria nº 888 (Brasil, 2021). Assim, caso a água seja destinada ao abastecimento público, poderá ser necessária uma etapa de correção do pH antes da distribuição.

Quanto à cor e à turbidez, a FM promoveu redução dos valores da água superficial para o PB-01 (Tabela 3). A cor diminuiu de 6,96 para 2,16 uH, enquanto a turbidez foi reduzida de 0,80 para 0,38 uT, correspondendo a remoções de aproximadamente 69% e 52,5%, respectivamente. Outros sistemas de FM pelo mundo também relatam eficiência do sistema na atenuação desses parâmetros (Bertrand *et al*., 2022; Janik *et al*., 2024). Além da redução observada, os valores registrados permaneceram abaixo dos limites de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde, que define valores máximos de 15 uH para cor e 5 uT para turbidez (Brasil, 2021), atendendo aos padrões exigidos para esses parâmetros.

Os coliformes totais foram detectados em todas as amostras de água superficial, enquanto sua ocorrência foi reduzida para 27,3% das amostras de água subterrânea e 22,2% das amostras provenientes da FM. Em relação à *E. coli*, a presença foi observada em 50% das amostras de água superficial, 9,1% das amostras subterrâneas e não foi detectada na água produzida pela FM (Tabela 4). Os resultados indicam que a FM contribuiu para a atenuação microbiológica da água, especialmente para *E. coli*, cuja remoção foi completa nas amostras analisadas. Comportamento semelhante tem sido reportado em outros sistemas de FM, evidenciando o potencial da técnica para a redução de microrganismos indicadores de contaminação fecal (Wang *et al*., 2022; Cui *et al*., 2024; Cruz *et al*., 2025).

Além disso, a elevada remoção microbiológica observada pode estar relacionada aos baixos gradientes hidráulicos registrados no sistema (até -39‰), uma vez que menores gradientes tendem a aumentar o tempo de residência da água e favorecer a retenção de microrganismos (Sahu *et al*., 2022).

Tabela 4 – Detecção de coliformes totais e *E. coli* nas águas de Petrolândia - PE.

Parâmetro	LT	GW	PB-01
Coliformes totais (%)	100,0	25,0	22,2
E. coli (%)	50	8,33	0

4 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que a Filtração em Margem (FM) apresenta potencial para aplicação em Petrolândia–PE, tanto do ponto de vista hidráulico quanto da qualidade da água produzida. O sistema operou com vazão média de 12,19 $m^3.h^{-1}$, potencialmente suficiente para atender cerca de 1950 habitantes. Além disso, o monitoramento dos níveis de água evidenciou conectividade hidráulica entre os poços e a Lagoa de Itaparica, com gradientes hidráulicos de até -39‰ durante o bombeamento, indicando a indução do fluxo da água superficial para o aquífero.

Em relação à qualidade da água, observou-se aumento da condutividade elétrica ao longo do percurso subterrâneo, atingindo 921,82 $\mu S.cm^{-1}$ no poço de bombeamento, bem como temperaturas elevadas em todo o sistema, variando de 29,4 a 30,8 °C, o que sugere mistura entre as águas superficiais e subterrâneas. O pH da água produzida pela FM apresentou redução em relação às águas de origem, alcançando valor médio de 5,32, abaixo da faixa recomendada para consumo humano.

Por outro lado, a técnica mostrou-se eficiente na melhoria de parâmetros físicos da água. A cor foi reduzida de 6,96 para 2,16 uH, correspondendo a uma remoção de aproximadamente 69%, enquanto a turbidez diminuiu de 0,80 para 0,38 uT, com remoção de cerca de 52,5%. Além disso, os valores finais de cor e turbidez permaneceram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira. Também foi observada redução da ocorrência de coliformes totais e ausência de *E. coli* nas amostras provenientes da FM, indicando melhoria da qualidade microbiológica da água. Dessa forma, os resultados demonstram o potencial da FM como alternativa complementar para produção de água no semiárido, embora a necessidade de correção do pH deva ser considerada em aplicações voltadas ao abastecimento público.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FACEPE, CNPQ pelas bolsas, e os projetos CNPQ Processo 409474/2023-1 e FACEPE Processo APQ-1339- 3.07/22, e também a COMPESA.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2025). *Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR)*. Brasília – DF. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar. Acesso em: 27 jan. 2026.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima (2023). *Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991–2020*. APAC/GMMC, Recife – PE.

APHA - American Public Health Association (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23 ed. American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation, Washington, DC, USA.

BERTRAND, G.F.; PAIVA, A.L.R.; FREITAS, J.B.A.; CABRAL, J.J.S.P.; ALBUQUERQUE, T.B.V.; CARVALHO FILHO, J.A.A. (2022). "*River bank filtration in tropical metropoles: integrated evaluation of physical, geochemical and biochemical interactions in Recife, NE Brazil*". International Journal of Environmental Science and Technology 19(7), pp. 5803–5818.

BRASIL. Ministério da Saúde (2021). *Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021*. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 7 maio 2021.

CASTILLO-SÁNCHEZ, L.; ECHEVERRI-SÁNCHEZ, A. F.; TORRES, L. D. S.; QUIROGA-RUBIANO, E. L.; BENAVIDES-BOLAÑOS, J. A. (2025). "*A Review of Riverbank Filtration with a Focus on Tropical Agriculture for Irrigation Water Supply*". Water 17(21), 3169.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil (2000). *Base municipal de informações das águas subterrâneas: municípios de Petrolândia e Jatobá – PE*. CPRM, Recife – PE.

CRUZ, H.M. *et al*. (2025). "*Impact of unplanned urbanization on a riverbank filtration system: Beberibe-PE river case study*". Revista Brasileira de Geografia Física 18(5), pp. 3480–3497.

CUI, G.; SU, X.; ZHENG, S.; TONG, S.; JIANG, M. (2024). "*Hydrological and biogeochemical processes controlling riparian groundwater quantity and quality during riverbank filtration*". Environmental Pollution 350, 124020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2004). *Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia – Estado de Pernambuco*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ.

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz (2015). *Transposição das águas do Rio São Francisco: situação de saúde e segurança pública: expedição científica da FIOCRUZ à área de abrangência das obras do empreendimento*. ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro – RJ.

FREITAS, D. A.; CABRAL, J. J. S. P.; ROCHA, F. J. S.; PAIVA, A. L. R.; SENS, M. L.; VERAS, T. B. (2017). "*Cryptosporidium spp. and Giardia spp. removal by bank filtration at Beberibe River, Brazil*". River Research and Applications 33(7), pp. 1079–1087.

FREITAS, D.A.; CABRAL, J.J.S.P.; PAIVA, A.L.R.; MOLICA, R.J.R. (2012). "*Application of bank filtration technology for water quality improvement in a warm climate: a case study at Beberibe River in Brazil*". Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA 61(5), pp. 319–330.

FREITAS, J.B.A.; CABRAL, J. J. S. P.; PAIVA, A. L. R.; GRISCHEK, T. (2025). "*Effects of temperature and infiltration rate on algae retention in porous media during the bank filtration process*". Hydrogeology Journal 34(1), pp. 145–157.

HISCOCK, K.M.; GRISCHEK, T. (2002). "*Attenuation of groundwater pollution by bank filtration*". Journal of Hydrology 266(3-4), pp. 139–144.

HOANG, N.A.T.; COVATTI, G.; GRISCHEK, T. (2022). "*Methodology for evaluation of potential sites for large-scale riverbank filtration*". Hydrogeology Journal 30(6), pp. 1701–1716.

INSA - Instituto Nacional do Semiárido (2024). *Semiárido Brasileiro*. Disponível em: http://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro. Acesso em: 14 jan. 2026.

JANIK, K.; ŚLÓSARCZYK, K.; SITEK, S. (2024). "*A study of riverbank filtration effectiveness in the Kępa Bogumiłowicka well field, southern Poland*". Journal of Hydrology: Regional Studies 53, 101834.

KAANDORP, V.P.; DOORNENBAL, P. J.; KOOI, H.; BROERS, H. P.; LOUW, P. G. B. (2019). "*Temperature buffering by groundwater in ecologically valuable lowland streams under current and future climate conditions*". Journal of Hydrology *X* 3, 100031.

KIM, S.Y.; NOH, J. H.; LEE, M.; PARK, J.; LEE, Y. J.; PARK, J. J.; SON, H.; LEE, W.; WANG, F.; MAENG, S. K. (2025). "*Removal efficiency and microbial community shifts in full-scale versus laboratory-scale bank filtration systems using horizontal collector wells*". Journal of Contaminant Hydrology 275, 104689.

MAMDOUH, H. WAHAAB, R. A.; KHALIFA, A.; ELALFY, E. (2021). "*Studying the effect of design parameters on riverbank filtration performance for drinking water supply in Egypt: a case study*". Water Supply 22(3), pp. 3325–3341.

MONIRUZZAMAN, M. LEE, J.; JUNG, K.; KWON, J.; KIM, K.; YUN, S. (2018). "*Lithologic Control of the Hydrochemistry of a Point-Bar Alluvial Aquifer at the Low Reach of the Nakdong River, South Korea*". Water 10(12), 1763.
NOH, J.H. SO, S.; PARK, J.; KIM, S.; SONG, K.; CHOI, J.; KIM, G.; SON, H.; KIM, H.; MAENG, S. (2022). "*An Assessment of the Effectiveness of Riverbank Filtration in a Sewage Plant Effluent-Impacted River Using a Full-Scale Horizontal Well*". Water 14(12), 1873.
SAHU, R.L.; DASH, R.R.; PRADHAN, P.K. (2022). "*Laboratory and Field Studies to Assess the Effect of Hydrogeological Parameters on Coliform Removal During Riverbank Filtration*". Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste 26(2).
SILVA, T.R.; LIMA, M.M.C. (2023). "*Water quality assessment and hydrogeochemistry of a sedimentary basin in a semi-arid area under increasing exploitation*". Applied Geochemistry 150, 105593.
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (2021). *Resolução CONDEL/SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021*. Recife – PE. Disponível em: https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucoes-condel-2021. Acesso em: 14 jan. 2026.
WANG, H.; KNABE, D.; ENGELHARDT, I.; DROSTE, B.; ROHNS, H.; STUMPP, C.; HO, J.; GRIEBLER, C. (2022). "*Dynamics of pathogens and fecal indicators during riverbank filtration in times of high and low river levels*". Water Research 209, 117961.