

POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (SÃO PAULO)

Fernando Schuh Rörig¹; Vinicius Paulino Rogel²; Ricardo Hirata³; Antonio Pinhatti⁴; Reginaldo Bertolo⁵; João Vítor Carvalho Rodrigues⁶; Gustavo Vieira⁷

RESUMO

O uso de águas subterrâneas pode aumentar a resiliência hídrica da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), ao reduzir a sua dependência da rede pública de abastecimento, frente à recorrência de crises hídricas. Considerando que há seis poços instalados e inoperantes na CUASO, este trabalho analisou o potencial aquífero para abastecer o campus, através da avaliação da recarga no aquífero sedimentar existente na região. Para estimar a recarga, utilizou-se o método do balanço hídrico do solo, considerando a variação do armazenamento de água na zona não saturada. Obteve-se uma recarga de 296 mm/ano, equivalente a 1.063.897 m³/ano para a área do aquífero sedimentar. Visando a manutenção do nível da raia olímpica do campus, que recebe a descarga do aquífero, estimou-se um volume mínimo a ser garantido para a lagoa, igualado à perda por evaporação, de 12.588 m³/ano. Dessa forma, a disponibilidade hídrica subterrânea é de 1.051.309 m³/ano (recarga menos o volume para manutenção da raia), capaz de suprir a demanda da CUASO, de 758.413 m³/ano (2022). Os poços atualmente instalados na CUASO conseguem atender mais de 70% da demanda, que pode ser plenamente abastecida por poços adicionais, gerando uma economia potencial de R\$6 milhões/ano. Para incrementar a disponibilidade hídrica no campus, destaca-se o potencial de práticas de uso sustentável da água, como o reúso de água, a coleta de água da chuva e a infiltração do escoamento superficial em sistemas de Recarga Gerenciada de Aquíferos, considerando a ampla extensão de áreas verdes da CUASO. Este trabalho teve apoio da FAPESP (processos 2022/15693-0 e 2022/02220-7, no contexto do projeto temático SACRE|Soluções integradas para cidades resilientes, com proc. 2020/15434-0).

ABSTRACT

The use of groundwater can increase the water resilience of the Armando de Salles Oliveira University Campus (CUASO) by reducing its reliance on the public water supply network, in

¹ Centro de Pesquisa em Águas Subterrâneas (CEPAS|USP), Instituto de Geociências (IGc), Universidade de São Paulo (USP). fernandoschuh@usp.br; ²viniciusrogel@usp.br; ³rhirata@usp.br; ⁴papinhatti@usp.br; ⁵bertolo@usp.br; ⁶jrodrigues@usp.br; ⁷gustavo.veiga@usp.br

the face of recurrent water crises. Considering the existence of six installed but non-operational wells in CUASO, this study analyzed the aquifer's potential to supply the campus by evaluating recharge in the sedimentary aquifer present in the region. The recharge was estimated using the soil water balance method, considering the variation of water storage in the unsaturated zone. A recharge of 296 mm/year, equivalent to 1,063,897 m³/year for the sedimentary aquifer area, was obtained. To maintain the water level in the campus' Olympic rowing lake, which receives water discharge from the aquifer, a minimum volume was estimated to be guaranteed for the lake, equal to the evaporation loss of 12,587.8 m³/year. Thus, the groundwater availability is 1,051,309 m³/year (recharge minus the volume for lake maintenance), enough to supply CUASO's demand of 758,413 m³/year (2022). The currently installed wells in CUASO can provision over 70% of the demand, which can be fully supplied by additional wells, resulting in a potential cost-saving of R\$6 million/year. To enhance water availability on campus, we highlight the potential for sustainable water use practices, such as water reuse, rainwater harvesting, and infiltration of surface runoff into Managed Aquifer Recharge systems, considering the extensive green areas of CUASO. This study was supported by FAPESP (processes 2022/15693-0 and 2022/02220-7, in the context of the SACRE project | Integrated Solutions for Resilient Cities, with proc. 2020/15434-0).

PALAVRAS-CHAVE

Potencial hídrico subterrâneo, recarga de aquífero, balanço hídrico, abastecimento subterrâneo

INTRODUÇÃO

Aumentar a resiliência hídrica da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) passa pela redução de sua dependência da rede pública de abastecimento, frente à recorrência de crises hídricas que afetam São Paulo. Na CUASO, onde existem aquíferos cristalino e sedimentar (mais produtivo), há seis poços tubulares instalados e inoperantes, capazes de atender 70% da demanda. Nesse sentido, este trabalho analisa o potencial aquífero para abastecer o campus, através da avaliação da recarga do aquífero sedimentar.

MATERIAIS E MÉTODOS

A recarga subterrânea foi estimada com o método do balanço hídrico do solo Thornthwaite e Mather (1955), que inclui a variação no armazenamento de água na zona não-saturada. Os dados de temperatura média e precipitação acumulada mensal (1992-

2022) foram obtidos na estação meteorológica INMET 83781 (Mirante Santana), distante 12 km. Adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 0,29 (período chuvoso) e 0,34 (período seco), para solos argilosos e declividade de 3 a 7% (Carvalho, 2013).

RESULTADOS

A recarga subterrânea, estimada em 296 mm/ano (Tabela 1), está na mesma ordem de grandeza de valores para a região, como os obtidos por Iritani (1993), entre 180 e 290 mm/ano, com estimativa darcyniana. Para a área de aquíferos sedimentares na CUASO (3.950.000 m²), a recarga equivale a 1.063.897 m³/ano, uma estimativa conservadora, que não inclui as contribuições das fugas das redes de água e esgoto e de galerias pluviais e a recarga no aquífero cristalino.

Tabela 1 – Recarga do aquífero na CUASO, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955).

Meses	T	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC	Qoff	R
	°C	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	23.14	294.95	112.64	182.31	0	100.00	0	112.64	0	182.31	86.27	96.04
Fev	23.48	248.05	105.70	142.35	0	100.00	0	105.70	0	142.35	72.55	69.80
Mar	22.64	228.56	103.27	125.29	0	100.00	0	103.27	0	125.29	66.85	58.43
Abr	21.27	86.70	81.96	4.74	0.00	100.00	0	81.96	0.00	5	29.26	0
Mai	18.36	65.46	57.61	7.85	0.00	100.00	0	57.61	0.00	8	22.09	0
Jun	17.50	58.74	47.98	10.76	0.00	100.00	0	47.98	0.00	11	19.82	0
Jul	17.05	47.06	46.39	0.67	0.00	100.00	0	46.39	0.00	1	15.88	0
Ago	18.09	32.12	54.65	-22.52	-22.52	79.83	-20.17	52.29	2.36	0	10.84	0
Set	19.14	83.94	63.39	20.56	0.00	100.00	20.17	63.39	0	0	28.33	0
Out	20.54	124.05	81.29	42.77	0.00	100.00	0	81.29	0	42.77	36.29	6.48
Nov	21.13	146.82	88.40	58.42	0.00	100.00	0	88.40	0	58.42	42.95	15.47
Dez	22.58	225.79	109.62	116.17	0.00	100.00	0	109.62	0	116.17	66.04	50.13
TOTAIS	-	1642.25	952.90	689.36	-22.52	1179.83	0	950.54	-	-	497.19	296.35
MÉDIAS	20.41	136.85	79.41	57.45	-1.88	98.32	0	79.21	-	-	41.43	24.70

Para: T = Temperatura média; P = Precipitação acumulada; ETP = Evapotranspiração Potencial (Thornthwaite); NEG-AC = Negativos acumulados; ARM: Armazenamento no solo (valor máximo adotado como 100 mm); ALT = Alteração do armazenamento de água no solo; ETR = Evapotranspiração real; DEF = Deficiência hídrica; EXC = Excedente hídrico; Qoff = Escoamento superficial; e R = Recarga.

Considerando que a raia olímpica da CUASO está na zona de descarga do aquífero, que mantém o nível da lagoa, avaliou-se sua perda de água por evaporação, igual ao volume mínimo de água que a lagoa deve receber. Através do método Benevides-Lopez (1970), a evaporação na raia (0,22 km²) é estimada em 12.588 m³/ano, resultando em uma disponibilidade hídrica subterrânea de 1.051.309 m³/ano (recarga menos o volume para a raia). Assim, as águas subterrâneas conseguem atender a demanda da CUASO, de 758.413 m³/ano, conforme o Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos da USP, o que representa 72% da disponibilidade hídrica estimada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou que a disponibilidade hídrica subterrânea na CUASO consegue atender a demanda de água existente. Os poços atualmente instalados podem extrair 581.080 m³/ano (55% da disponibilidade), vazão capaz de suprir mais de 70% da demanda, que pode ser plenamente atendida por poços adicionais que produzam 30 m³/h (operação de 16 h/dia). Embora usar os poços exija um investimento inicial para sua ligação aos reservatórios, o tempo de *payback* é curto, frente à redução de custos com tarifas de água, com economias potenciais em torno de R\$ 6 milhões/ano. Pode-se complementar a extração subterrânea com práticas de uso sustentável da água, como o reuso e a Recarga Gerenciada de Aquíferos, frente à extensa área verde na CUASO, incluindo a coleta de água das chuvas e a infiltração do escoamento superficial (497,19 mm/ano). Dessa forma, usar as águas subterrâneas, ao reduzir a pressão sobre captações públicas de mananciais superficiais, aumenta a água disponível no sistema de abastecimento, fortalecendo a segurança hídrica do campus e do próprio bairro. Este trabalho tem apoio da FAPESP (procs. 2022/15693-0 e 2022/02220-7, parte do projeto SACRE, proc. 2020/15434-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benevides, J. G.; Lopez Diaz, J. Formula para el calculo de La evapotranspiracion potencial adaptada al tropico (15° N - 15° S). *Agronomia Tropical*, Maracay, v. 20, n. 5, p. 335-345, 1970.
- Carvalho, A. M. 2013. Modelagem numérica como ferramenta para a gestão das águas subterrâneas em São José do Rio Preto, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Iritani, M. A. 1993. Potencial Hidrogeológico da Cidade Universitária de São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 108 pp.
- Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. 1955. The water balance Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1) 104p.