

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ESTIMATIVA DAS TAXAS DE INTERAÇÃO RIO-AQUÍFERO, POR MEIO DE MEDIÇÕES PONTUAIS DE GRADIENTES DE TEMPERATURA

Alan Reis¹; David Maycon Schmitt Rosa²; Gabriel de Miranda Alcântara³; Jamil Alexandre Ayach Anache⁴; Edson Wendland⁵

1. INTRODUÇÃO

A quantificação dos fluxos de água que entram ou saem do meio subterrâneo ainda é um desafio no contexto do gerenciamento de recursos hídricos. Uma das parcelas que contribuem a esta complexidade está ligada às interações rio-aquífero (Sophocleous, 2002). Nos últimos anos, a utilização da temperatura como traçador natural no meio da hidrologia vem ganhando destaque (Anderson, 2005), surgindo algumas metodologias para a avaliação e quantificação das taxas de interação rio-aquífero, a partir de perfis de temperatura medidos ao longo da profundidade, no leito dos cursos superficiais (Healy, 2010). Considerando este contexto, este trabalho visa apresentar uma aplicação da medição pontual de gradientes de temperatura, no leito de um curso superficial, como ferramenta para a estimativa das taxas de interação rio-aquífero. Esta metodologia foi aplicada em uma bacia tropical, localizada em uma área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani, de forma a contribuir para a melhor compreensão das interações entre águas superficiais e subterrâneas neste sistema.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

Este trabalho foi conduzido na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça, localizada no município de Brotas/SP, entre as coordenadas 22°10' e 22°15' S e 47°55' e 48°00' O. Esta bacia tem sua área de drenagem totalmente inserida em uma região de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG), permitindo a realização de estudos que contribuam para o aprofundamento dos conhecimentos relativos a esta formação.

2.2 Medição dos gradientes de temperatura

A medição dos gradientes de temperatura foi realizada em um trecho de 1200 metros de comprimento, no alto médio curso do referido ribeirão. No total, foram avaliados 141 pontos, distribuídos de forma irregular neste trecho. Para esta medição, foram utilizados 4 termopares conectados a um termômetro. Os termopares foram colados em uma haste de bambu, configurando 4 posições de profundidade (0 cm; -10 cm; -20 cm; -30 cm). A posição 0 cm é colocado no limite entre o leito do rio e a camada de água, enquanto os demais termopares eram posicionados a níveis mais profundos. Com 4 valores de temperatura para cada ponto, os gradientes foram determinados.

1) Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Av. Trabalhador São Carlense, 400 – São Carlos/SP. CEP 13566-590 / CP 359. (16) 3373-8270. alanreis@usp.br
2) Serviço Municipal de Água e Esgoto de Tangará da Serra. Av. Brasil, 55 - Centro, Tangará da Serra/MT. CEP: 78300-000. (65) 3311-6500. david_maycom@hotmail.com
3) Prefeitura Municipal de Taubaté. Secretaria de Meio Ambiente. Largo de Santa Luzia, 25 – Taubaté/SP. CEP: 12010-510. (12) 3683-0730. gabrielmalcantara@gmail.com
4) Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Av. Trabalhador São Carlense, 400 – São Carlos/SP. CEP 13566-590 / CP 359. (16) 3373-8270. anache.jamil@gmail.com
5) Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Av. Trabalhador São Carlense, 400 – São Carlos/SP. CEP 13566-590 / CP 359. (16) 3373-8270. ew@sc.usp.br

2.3 Determinação das taxas de interação rio-aquífero

As taxas de interação rio-aquífero foram determinadas a partir do uso da solução analítica da equação diferencial de transporte de calor em meios saturados, proposta por Bredehoeft e Papadopulos (1965). Esta solução consiste em aproximar os gradientes de temperatura medidos em campo a uma equação exponencial, a partir da otimização do número de Peclet (β). Este parâmetro adimensional, que relaciona a advecção e a difusão de calor, pode assumir valores negativos, que indicam uma condição efluente (de descarga de água subterrânea); ou positivos, indicando uma condição influente (de recarga de água subterrânea). Esta otimização foi realizada a partir do uso da função solver, disponível no Microsoft Office Excel (Kurylyk et al., 2017).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Na área de estudo avaliada, foi possível verificar uma intensa variabilidade espacial nas condições de interação, ocorrendo zonas influentes e efluentes. Apesar do domínio de pontos de recarga da água subterrânea pela água superficial (100 dos 141 pontos), os resultados devem ser avaliados com cautela, considerando possíveis erros de medição e o desrespeito às premissas da solução analítica utilizada. Porém, de forma geral, considera-se os resultados satisfatórios, em virtude da proximidade com os dados obtidos em outros trabalhos, realizados nesta mesma bacia, utilizando outras metodologias (Arantes, Marcussi e Chaudry, 2006; Rosa, 2018).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro (Processo nº 2015/03806-1). O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, na forma de bolsa de doutorado (Processo nº 165004/2018-5).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, M. P. “*Heat as a ground water tracer*”. GroundWater, n. 43, pp. 951–968. 2005.
- ARANTES, E.; MARCUSSI, F.; CHAUDHRY, F. “*Caracterização da interação entre rio e aquífero com o uso de infiltrômetros*”. Águas Subterrâneas, v. 20, n. 2, p. 97–108, 2006.
- BREDEHOEFT, J. D.; PAPAOPULOS, I. S. “*Rates of vertical groundwater movement estimated from the Earth’s thermal profile*”. Water Resources Research v. 1, n. 2, pp. 1–5, 1965.
- HEALY, R. W. “*Estimating groundwater recharge*”. United Kingdom: Cambridge University Press. 2010.
- KURYLYK, B. L.; IRVINE, D. J.; CAREY, S. K.; BRIGGS, M. A.; WERKEMA, D. D.; BONHAM, M. “*Heat as a groundwater tracer in shallow and deep heterogeneous media: Analytical solution, spreadsheet tool, and field applications*”. Hydrological Processes, v. 31, n. 14, pp. 2648–2661, 2017.
- ROSA, D. M. S. “*Análise da interação rio aquífero livre: Um estudo de caso na Bacia do Ribeirão da Onça*”. 2018. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- SOPHOCLEOUS, M. “*Interactions between groundwater and surface water: the state of science*”. Hydrogeology Journal, v. 10, n. 1, pp. 52-67, 2002.