

MODELAGEM NUMÉRICA DA INTERAÇÃO RIO AQUÍFERO: ESTUDO DE CASO – RIO BEBERIBE

Wendell José Soares dos Santos¹; Rafael Vinícius de Albuquerque Monteiro²;
Anderson Luiz Ribeiro de Paiva³

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil - CAA / UFPE; E-mail: wendell_sant@hotmail.com,

²Estudante do Curso de Engenharia Civil - CTG / UFPE; E-mail: rafael_pe30@hotmail.com,

³Docente/pesquisador do DECIV - CTG / UFPE. E-mail: anderson.paiva@ufpe.br.

Sumário: Este artigo descreve uma pesquisa realizada sobre modelagem numérica de aquíferos que interagem com rios, com o objetivo de fazer simulações de fluxos para observar o comportamento das águas subterrâneas e suas interações com o meio superficial, e construir um modelo computacional do estudo de caso – rio Beberibe. Foi desenvolvido o modelo computacional do estudo de caso com os softwares Processing Modflow (PMWIN), Visual Modflow e GMS. No qual foi simulado o fluxo de uma área onde foi instalado um projeto piloto de Filtração em Margem (FM) e chegar a resultados satisfatórios com os três softwares, próximos dos observados em campo por Paiva et al. (2013). Foi também realizada uma análise de sensibilidade do modelo construído.

Palavras-chave: filtração em margem; interação rio-aquifero; modelagem numérica; rio Beberibe;

INTRODUÇÃO

A água potável é um assunto de grande relevância que vem sendo abordado. Por ser um fator limitante do desenvolvimento sustentável, a água tem que ser preservada não só em termos de quantidade, mas também de qualidade. A demanda é crescente e contínua, e uma grande fonte estratégica está nos mananciais subterrâneos. Pois, as fontes superficiais vêm sendo cada vez comprometida em sua qualidade. Em vários países, observa-se a exploração de águas subterrâneas onde ocorre conexão hidráulica com os mananciais superficiais. Sendo, a modelagem numérica do fluxo subterrâneo uma importante ferramenta para o estudo da interação rio-aquífero para observar o comportamento.

Uma técnica antiga, com seu uso crescente em todo o mundo, vem recentemente sendo discutida no Brasil, o método denominado Filtração em Margem (FM). Dois benefícios imediatos são observados no crescente uso da Filtração em Margem: minimização da necessidade do uso de produtos químicos como desinfetantes e coagulantes no controle de patógenos das águas superficiais; e diminuição dos custos para a comunidade sem aumento de risco à saúde humana (RAY *et al.*, 2002).

Para observar como se comportam o fluxo desses depósitos subterrâneos e sua interação, podendo objetivar a interpretação e previsão, como por exemplo, se haverá a interação entre os meios subterrâneos e superficiais, se haverá quantidades suficientes de água e até mesmo se haverá boa qualidade, fazendo-se o uso de modelos computacionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvida a construção de um modelo numérico da interação rio-aquífero no estudo de caso – nas margens do rio Beberibe, em Olinda/PE. A partir do conhecimento de testes de campo, Paiva et al. (2013) extraíram os principais dados necessários, e descreveram o projeto piloto de FM desenvolvido às margens do rio Beberibe no Estado de Pernambuco.

Para desenvolvimento do modelo utilizou-se três softwares, o primeiro foi ProcessingModflow versão 8.032, programa para ambiente Windows que processa o código MODFLOW. O segundo software utilizado foi o Visual Modflow que é um dos softwares mais utilizados mundialmente para problemas de águas subterrâneas. E por último utilizou-se o GMS que é um software sofisticado e também muito utilizado no mundo.

Por último foi realizada uma análise de sensibilidade para os parâmetros de condutância e recarga, pois são onde estão as maiores incertezas, por isso foram realizadas variações da ordem de -80, -40, -20, +20, +40 e +80 em percentual a partir dos valores definidos por Paiva et al. (2013) para verificar sua contribuição na carga hidráulica. Na tabela 1 está indicado os valores pré-estabelecidos na primeira linha e em seguida as variações percentuais da condutância.

Tabela 1 – Variação da condutância 0 e 1.

Condutância 0 (m ² /dia)		Condutância 1 (m ² /dia)	
120.82	1152.00	32.00	1152.00
144.98	1382.40	38.40	1382.40
169.15	1612.80	44.80	1612.80
217.48	2073.60	57.60	2073.60
96.66	921.60	25.60	921.60
72.49	691.20	19.20	691.20
24.16	230.40	6.40	230.40

RESULTADOS

É apresentado nas Figuras 1, 2 e 3 os mapas potenciométricos da camada 1 para o período seco da simulação de fluxo do estudo de caso – rio Beberibe, com os softwares PMWIN, Visual Modflow e GMS respectivamente.

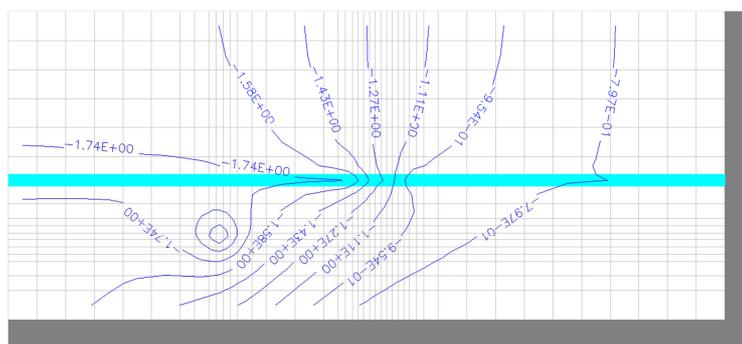


Figura 1: Cargas hidráulicas para o período seco (183 dias) da camada 1 com o PMWIN.

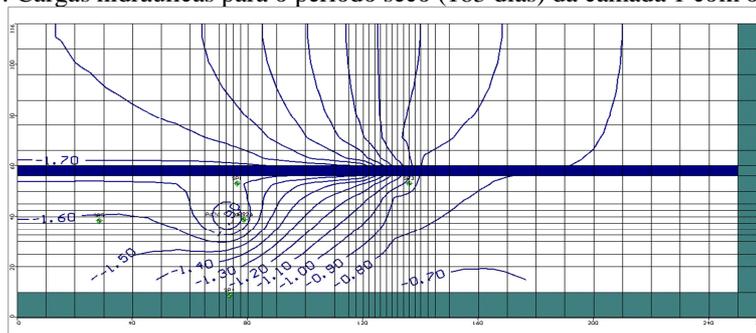


Figura 2: Cargas hidráulicas para o período seco (183 dias) da camada 1 com o Visual Modflow.

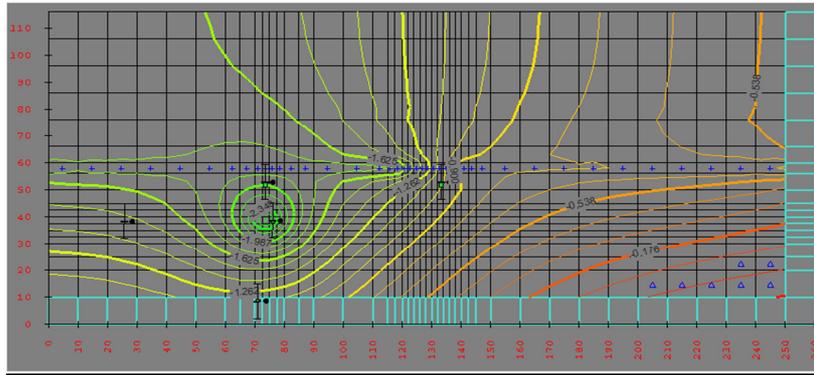


Figura 3: Cargas hidráulicas para o período seco (183 dias) da camada 1 com o GMS.

Na figura 4 está representado a influência da condutância em relação à carga hidráulica para o período seco e chuvoso nos poços 2, 3 e 4.

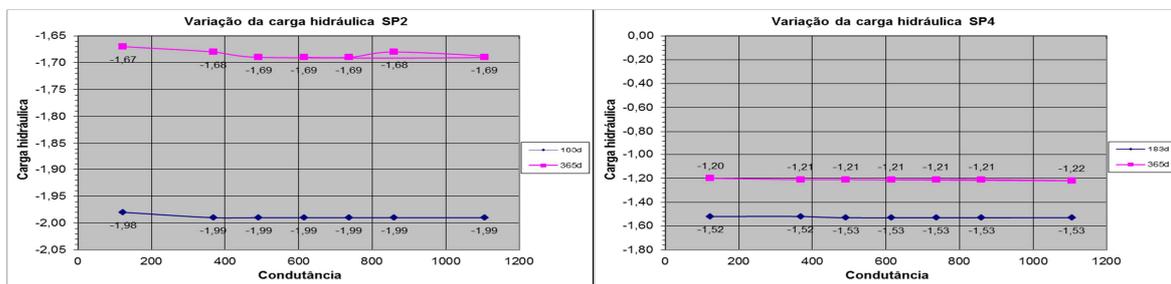


Figura 4: Variação da condutância x carga hidráulica para os poços SP2 e SP4.

DISCUSSÃO

Na construção do modelo do estudo de caso a técnica de “tentativa e erro” foi utilizada para chegar à situação observada em campo, aumentando-se gradativamente o fluxo que advém das zonas de recarga até chegar a uma configuração satisfatória. Ao final da calibragem, comparando-se os valores de cargas nos poços de observação com os calculados pelo modelo obteve-se uma aproximação aceitável. O erro observado foi da ordem de 0,4 m para o software PMWIN, da ordem de 0,6 m para o Visual Modflow e da ordem de 0,3 para o software GMS.

Vê-se nas Figuras 1, 2 e 3 que em torno do poço de produção há um rebaixamento acentuado do nível freático. Com o PMWIN no período seco (183 dias de simulação) em torno do poço se tem cotas inferiores a -2 m, para o período úmido chegou-se a cotas inferiores a -1,7 m. Já com o Visual Modflow no período seco (183 dias) em torno do poço se tem cotas inferiores a -2,0 m, para o período úmido chegou-se a cotas inferiores a -1,6m. E com O GMS no período seco (183 dias) em torno do poço se tem cotas inferiores a -2,3 m, e para o período úmido cotas inferiores a -2 m.

De posse dos gráficos das condutâncias com a carga hidráulica, foi analisado que o efeito causado na carga hidráulica pelas variações nos valores das condutâncias é inexpressivo. Isso pode ser observado na Figura 4, em que os gráficos se aproximam de uma reta constante e basicamente horizontal, tanto para o período seco como para o período úmido. Foram ilustrados os gráficos dos poços 2, 3 e 4, devido a sua maior proximidade com o rio. Já para a condição de contorno Recarga, devido a precipitação e principalmente do fluxo oriundo da zona de recarga do aquífero livre, há uma maior sensibilidade nas variações das cargas hidráulicas. Sendo então, um parâmetro que deve ser analisado com maior atenção.

CONCLUSÕES

Foi possível com a modelagem desenvolvida pelos três softwares (PMWIN, Visual Modflow e GMS), no estudo de caso – rio Beberibe, calcular as cargas hidráulicas do fluxo subterrâneo da área estudada, observando os rebaixamentos e influência do rio.

Conseguiu-se chegar a valores calculados dos poços de observação bem próximos dos valores observados em campo, considerando assim que a modelagem foi satisfatória. Comparando os três softwares, pode-se dizer que se obtiveram resultados similares, como era de se esperar, já que utilizam o mesmo código computacional. No entanto, as facilidades de inserção dos dados de entrada, visualização dos dados e resultados são melhores com o software Visual Modflow e GMS. Apesar do PMWIN não apresentar tantas facilidades comparados aos outros dois, este se apresentou um software de ótimo desempenho, chegando a resultados relevantes, apesar de ser um software mais limitado e com a vantagem de ser gratuito.

A sensibilidade da condutância em relação à carga hidráulica mostrou pequenas variações, podendo dessa forma concluir que a condutância definida por Paiva et al. (2013) apresentou valor aceitável para realização das simulações. Já a condição de contorno recarga é preciso maiores informações para a confiabilidade dos valores utilizados.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/UFPE/CNPq pela bolsa de iniciação científica dos alunos e ao CNPQ pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

PAIVA, A.L.R.de; CABRAL, J.J.S.P.; FREITAS, D.A. 2013. Interação rio – aquífero com bombeamento em um poço próximo ao rio num sistema de Filtração em Margem. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 18, n. 1, p.235-248.Porto Alegre, RS.

FEITOSA, F.A.C. 2008. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. In: FEITOSA, F. A. C., et al. (3ª Ed). Rio de Janeiro: CPRM – LABHID, pp 812.

BAPTISTA, M.B.; COELHO, M.M.L.P.; CIRILO, J.A. (orgs.). 2001. **Hidráulica Aplicada**. Ed. ABRH. pp 619. Porto Alegre, RS.

HISCOCK, M.; GRISCHEK, T. 2002. Attenuation of groundwater pollution by bankfiltration. **Journal of Hydrology**, v 266, n 3-4, p 139-144.

RAY, C.; MELIN, G.; LINSKY, R (Org.). 2002. **Riverbank Filtration: improving source-water quality**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

LIMA, Carlos Henrique Ribeiro; FRISCHKORN, Horst; BURTE, Julien. Avaliação da Interação Rio-Aquífero a partir de dados experimentais e de um modelo analítico. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**,v. 12, n. 1, p.217-230, 2007.Porto Alegre, RS.

ALBERTO, Marcio Costa; KIANG, Chang Hung. Fluxo da água subterrânea em sistema de encosta-rio, município de Paulínia (SP): Caracterização e simulação numérica. **Geociências**, São Paulo, v. 22, n. Especial, p.117-128, 2003.