

II CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

MONITORAMENTO DE NÍVEIS FREÁTICOS EM ÁREA DE RECARGA DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI (SAG) ATRAVÉS DE MODELOS BASEADOS EM SÉRIES TEMPORAIS

Diego Hiroshi Tanikawa¹; Rodrigo Lilla Manziane²; Edson Wendland³

Resumo: As águas subterrâneas surgem como alternativa a escassez de recursos hídricos superficiais, devido às intervenções antrópicas. O monitoramento das áreas de recarga, pela qual os aquíferos são frequentemente reabastecidos, auxilia na compreensão de sua dinâmica bem como as características que a influenciam. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar o comportamento de dois poços de monitoramento localizados na bacia do Ribeirão da Onça (Brotas – SP), área de recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG). A partir da modelagem, verificou-se que o modelo PIRFICT apresentou boa calibração aos poços estudados. Assim foi possível entender suas dinâmicas através das funções de impulso e resposta dos níveis freáticos calibrados utilizando precipitação e evapotranspiração como variáveis explicativas.

Palavras-chave: Modelo PIRFICT; precipitação; funções de impulso e resposta.

Abstract: Groundwater is an alternative to shortage of surface water resources due human intervention. The monitoring of recharge areas, where aquifers are frequently replenished, helps us to understand its dynamic, even so features that influence the recharge. Therefore, the aim of this study was to analyze and to compare two monitoring wells in the Ribeirão da Onça's watershed (Brotas – SP, Brazil), recharge area of Guarani Aquifer System (GAS). From modeling, PIRFICT model present good calibration to the wells studied. Thus, was possible understand its dynamics from the impulse response functions for groundwater levels calibrated using precipitation and evapotranspiration as explanatory variables.

Keywords: PIRFICT model; precipitation; impulse-response functions.

¹ Graduando em Geografia, UNESP/Ourinhos - Av. Vitalina Marcusso, 1500, CEP 19910-206, Ourinhos-SP. Fone: (14) 3302-5700, tanikawa@hotmail.com.

² Eng. Agr., Prof. Assistente Dr., UNESP/Ourinhos - Av. Vitalina Marcusso, 1500, CEP 19910-206, Ourinhos-SP. Fone: (14) 3302-5700, manziane@ourinhos.unesp.br.

³ Eng. Civil, Prof. Titular, EESC/USP – Depto. de Hidráulica e Saneamento. Av. Trabalhador São-carlense, 400 CP 359 CEP: 13566-590 São Carlos (SP) Fone: (16) 3373-9541 ew@sc.usp.br

1 - INTRODUÇÃO

A crescente poluição e utilização desenfreada das águas superficiais criam um grave problema no abastecimento de populações, ecossistemas, indústrias e aos cultivos agrícolas, sendo essencial a busca por outras reservas. Neste contexto, as águas subterrâneas surgem como alternativa devido a “sua pronta disponibilidade e proteção natural de contaminações” (HOQUE et al., 2007, p. 1524 [1]) e por representar uma considerável parcela de toda água disponível no planeta. Para que se mantenha a disponibilidade hídrica, estes sistemas estão constantemente sendo recarregados a partir da infiltração da água no solo. Esse processo é variável espaço-temporalmente, devido a fatores como: uso e tipo de solo, pluviosidade, evapotranspiração, relevo, dentre outros (MANZIONE et al., 2010 [2]; SCANLON et al., 2005 [3]; VAERET et al., 2009 [4]). Diante da importância das áreas de recarga para a manutenção destes sistemas, o objetivo deste trabalho é compreender parte dos mecanismos de recarga, através do monitoramento e comparação de dois poços localizados na Bacia do Ribeirão da Onça (Brotas – SP), área de recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG), utilizando o modelo PIRFICT (VON ASMUTH et al., 2002 [5]).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os poços estão localizados em áreas de pastagem (um próximo ao curso hídrico, poço 16, e outro a montante afastado 500 metros, poço 19), na bacia do Ribeirão da Onça (6.500 ha), Brotas – SP, área de recarga do SAG. Os dados de monitoramento foram analisados como séries temporais, indicando as oscilações dos níveis freáticos temporalmente, de abril de 2004 a abril de 2011. Optou-se pelo uso do modelo estocástico PIRFICT (Modelo de função de impulso e resposta pré-definido em tempo contínuo), que é um modelo de transferência de ruído no tempo contínuo e permite o ajuste aos dados que não possuem frequência regular de coleta. Na modelagem, o pulso de entrada (precipitação excedente) é transformado em uma série de saída (níveis freáticos), a partir da função de impulso e resposta calculada pelo modelo (MANZIONE et al., 2010). MANZIONE et al. (2010) obteve boas calibrações na modelagem do comportamento de sistemas aquíferos no Cerrado brasileiro com o modelo PIRFICT, sendo adequado à calibração de séries temporais envolvendo oscilação dos níveis freáticos.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da modelagem dos dados proposta, foram gerados gráficos das calibrações e funções de impulso e resposta referentes a cada poço (Figura 1). Na Tabela 1 estão as estatísticas referentes à calibração:

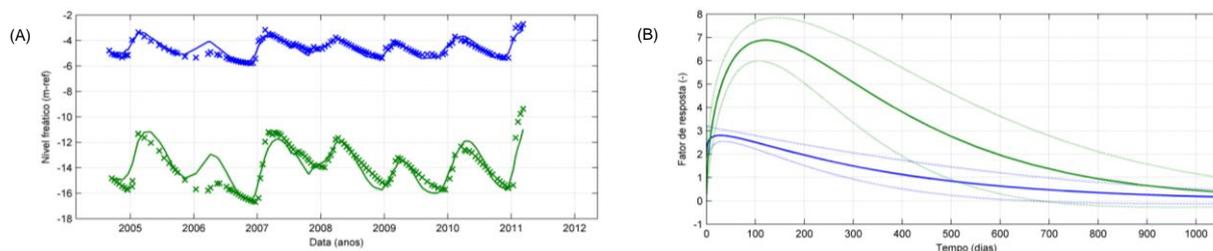


Figura 1: Calibração do modelo PIRFICT aos dados de monitoramento dos poços 16 (linha azul) e 19 (linha verde) (A) e as respectivas funções de impulso e resposta ajustadas (B).

Tabela 1. Estatísticas da calibração do modelo PIRFICT às series temporais de alturas de lençol freático dos poços 16 e 19 na bacia do Ribeirão da Onça, Brotas-SP, no período de 2004 a 2011.

Poço	EVP (%)	RMSE (m)	RMSI (m)
16	84,800	0,255	0,148
19	76,700	0,760	0,408

EVP= variância explicada pelo modelo (%); RMSE=raiz do erro quadrático médio; RMSI=raiz das inovações quadráticas médias.

Nota-se que os poços possuem níveis freáticos médios diferentes, sendo que a maior diferença é aproximadamente 10 metros (próximo a 2007), enquanto a menor é de 6 metros (início de 2011). O modelo PIRFICT aplicado apresentou bom ajuste às séries temporais observadas, indicado pelos valores da Tabela 1. Isto significa que, nesse caso, os pulsos de precipitação e evapotranspiração são as principais variáveis que incidem sobre o processo, não havendo, portanto, forte influência de efeitos aleatórios (graficamente demonstrado quando a linha do modelo não está exatamente sobre os pontos observados a campo). As funções de impulso e resposta apresentam justamente a resposta dos níveis freáticos ao pulso de precipitação. No poço 16 (linha azul) a influência da precipitação na oscilação do lençol, tem seu pico logo nos 50 primeiros dias após o evento, sendo mais rápida em relação ao 19 que apresenta forte pico em torno dos 100 dias. A espessura do meio poroso é também responsável pelas diferenças, pois o mesmo pulso de precipitação demora mais para alterar o nível freático no poço 19.

4 – CONCLUSÕES

Da análise das funções de impulso-resposta e a modelagem dos dados pode-se concluir que:

- O modelo PIRFICT ajustou-se bem aos dados, apresentando taxa de variação explicada pelo modelo de 84,8% (poço 16) e 76,7% (poço 19), com erros menores do que 1 metro;
- As séries de entrada (precipitação e evapotranspiração), demonstraram sua forte influência na oscilação dos níveis freáticos, apesar da presença de efeitos aleatórios;
- Embora os poços estejam próximos espacialmente, os lençóis freáticos possuem níveis médios diferentes;
- As funções de impulso e resposta mostraram que o poço 16 possui uma resposta mais rápida que o poço 19 em função da espessura do meio poroso em cada situação.

AGRADECIMENTOS à FAPESP (processos # 2009/05204-8 e 2010/14914-6) pelos auxílios financeiros que viabilizaram esse trabalho.

5 - REFERÊNCIAS

[1] HOQUE, M. A.; HOQUE, M. M.; AHMED, K. M. Declining groundwater level and aquifer dewatering in Dhaka metropolitan area, Bangladesh: causes and quantification.

Hydrogeology Journal, v. 15, p. 1523-1534, 2007.

[2] MANZIONE, R. L.; KNOTTERS, M.; HEUVELINK, G. B. M.; VON ASMUTH, J. R.; CAMARA, G. Transfer function-noise modeling and spatial interpolation to evaluate the risk of extreme (shallow) water-table levels in the Brazilian Cerrado. **Hydrogeology Journal**, v.18, 2010. p. 1927-1938.

[3] SCANLON, B. R; REEDY, R. C.; STONESTROM, D. A.; PRUDIC, D. E.; DENNEHY, K. F. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. **Global Change Biology**, v. 11, p. 1577-1593, 2005.

[4] VAERET, L.; KELBE, B.; HALDORSEN, S.; TAYLOR R. H. A modeling study of the effects of land management and climatic variations on groundwater inflow to Lake St Lucia, South Africa. **Hydrogeology Journal**, v. 17, p. 1949-1967, 2009.

[5] VON ASMUTH, J. R.; BIERKENS, M. F. P.; MAAS, C. Transfer function noise modelling in continuous time using predefined impulse response functions. **Water Resources Research**, v. 38, n. 12, p. 23.1-23.12, 2002.