

## II CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

### **MONITORAMENTO DE NÍVEIS FREÁTICOS DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU (SAB) NA FORMAÇÃO ADAMANTINA EM ASSIS/SP**

BRUNA C. SOLDERA<sup>1</sup>; RODRIGO L. MANZIONE<sup>2</sup>; EMILIO C. PRANDI<sup>3</sup>; PAULO C. ALEXANDRELLI<sup>4</sup>

**Resumo:** O planejamento para o uso da água subterrânea nem sempre é incluído nos planos de gerenciamento hídrico, seja por falta de estudos em relação à dinâmica do sistema aquífero ou estratégias eficazes de monitoramento das reservas. Entretanto, somente o monitoramento das reservas de água subterrânea não é suficiente para subsidiar uma gestão eficaz. Métodos apropriados devem ser aplicados a esses dados, justamente buscando inferir sobre a dinâmica do sistema aquífero e as variações sazonais. O presente trabalho tem como objetivo aplicação de modelos baseados em séries temporais para compreensão da dinâmica do Sistema Aquífero Bauru (SAB) na sua ocorrência sobre a formação Adamantina, no município de Assis/SP. Através do modelo PIRFICT são comparados de dois poços de monitoramento na mesma área, mas com características distintas quanto à oscilação dos níveis. Através dos resultados, pode-se caracterizar os recursos hídricos disponíveis considerando as variações sazonais da do clima e inferir sobre a dinâmica dos níveis freáticos do SAB na região.

**Palavras- Chave:** séries temporais; modelo PIRFICT; funções de impulso e resposta.

**Abstract:** Groundwater use planning is not often included on water management plans, either for a lack of studies about the aquifer dynamics or effective strategies for monitoring the reserves. Although, just monitoring the groundwater reserves is not sufficient to subsidize an effective management. Specific methods should be applied to monitoring data in order to describe aquifer dynamics and the seasonal patterns in level fluctuations. This paper aims to apply models based on time series to understand the Bauru Aquifer System (BAS) dynamics at Adamantina formation in Assis/SP-Brazil. Using the so called PIRFICT model, two monitoring wells in the same area but with different water table fluctuation characteristics are compared. From the results it was possible

<sup>1</sup>Graduanda em Geografia, UNESP/Ourinhos- Av. Vitalina Marcusso, 1500, CEP 19910-206, Ourinhos-SP. Fone: (14) 3302-5700 [brusoldera@hotmail.com](mailto:brusoldera@hotmail.com)

<sup>2</sup>Eng. Agr., Prof. Assistente Dr., UNESP/Ourinhos - Av. Vitalina Marcusso, 1500, CEP 19910-206, Ourinhos-SP. Fone: (14) 3302-5700, [manzione@ourinhos.unesp.br](mailto:manzione@ourinhos.unesp.br).

<sup>3</sup>Geólogo, DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) - Rua Benedito Mendes Faria, 40, CEP: 17520-520 Marília-SP. Fone: (14) 3417-1017, [ecprandi@gmail.com](mailto:ecprandi@gmail.com).

<sup>4</sup>Geólogo, DAEE - Rua Padre Davi, 1328, CEP: 19816-010 Assis-SP. Fone (18) 3324.5103, [paulocalexandrel@gmail.com](mailto:paulocalexandrel@gmail.com).

to characterize the available water resources considering the seasonal climate variations, and infer about BAS water table dynamics in the region.

**KEYWORDS:** time series; PIRFICT model; impulse response functions.

## 1 – INTRODUÇÃO

O uso da água muitas vezes é feito de maneira contínua, não respeitando as variações sazonais e conseqüentemente a recarga do sistema aquífero. Na região do Médio Paranapanema (UGRHI-17), 75% das águas do Sistema Aquífero Bauru (SAB) são utilizadas para abastecimento público. O monitoramento de águas subterrâneas é importante para que se possa entender o estado que se encontra o aquífero, tanto em relação a sua qualidade quanto em termos de quantidade. Em áreas onde os níveis de reserva hídrica podem se tornar críticos existe a necessidade que as predições a respeito sejam seguras, auxiliando assim no suporte a decisão. Um programa de monitoramento efetivo deve envolver o controle da qualidade e quantidade, considerando sua inter-relação com as águas superficiais, condições climáticas e de uso e ocupação do solo (MESTRINHO, 2008 [1]). O objetivo deste trabalho foi comparar dois poços de monitoramento do SAB na formação Adamantina em Assis/SP, para assim estabelecer sua dinâmica em relação às variações de precipitação e evapotranspiração.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

Os poços de monitoramento estão localizados nas dependências da APTA (Agência Paulista de Tecnologia no Agronegócio), Polo Médio Paranapanema, no município de Assis/SP, nas coordenadas 22°38'S e 50°23'O. Os poços foram perfurados com verbas do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e são monitorados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). A coleta é realizada em uma frequência semanal desde 31/03/2008 a 07/04/2011. Junto com as séries temporais de oscilação dos níveis freáticos, foram utilizadas como variáveis de entrada do modelo séries temporais de precipitação e evapotranspiração potencial coletadas na área de estudo e disponibilizadas através do sistema do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) online (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>). Foram selecionados para análise dois poços com diferentes características quanto a sua profundidade, P02 e P11. Para alturas de lençol freático, a relação dinâmica entre a precipitação e as alturas do lençol foi descrita através do modelo PIRFICT

(Predefined Impulse Response Function In Continuous Time), uma alternativa a modelos de função de transferência de ruído em intervalos de tempo discretos (VON ASMUTH et al., 2002 [2]). Esse método foi aplicado por MANZIONE et al. (2010 [3]) em aquíferos livres no Brasil. Este sistema transforma séries de observações de entrada em séries de saída. Essa transformação é completamente governada pela função IR. Segundo MANZIONE (2007 [4]) a resposta da função de impulso (IR) descreve o modo que o lençol freático responde a um impulso de precipitação, sendo que a forma da função depende da hidrogeologia local.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo PIRFICT foi calibrado para dois poços de monitoramento dos níveis freáticos P02 e P11 (Figura 1). As estatísticas correspondentes às calibrações do modelo podem ser vistas na Tabela 1.

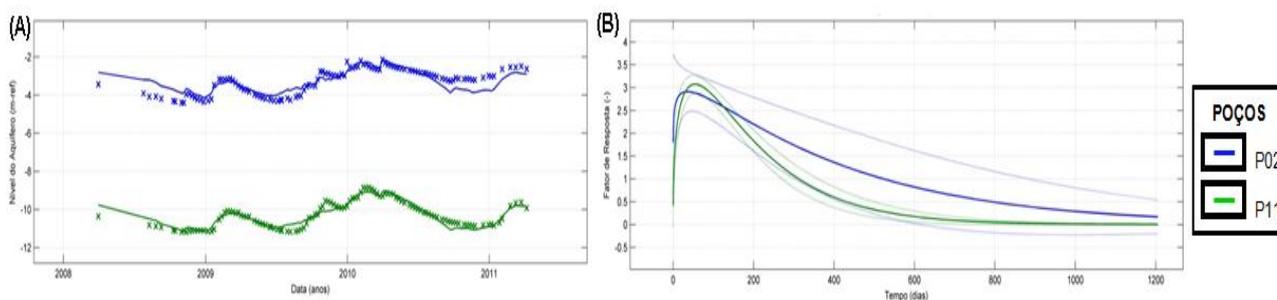


Figura 1: Calibração do modelo PIRFICT aos dados de monitoramento dos poços 2 (linha azul) e 11 (linha verde) (A) e as respectivas funções de impulso e resposta ajustadas (B).

Tabela 1: Estatísticas da calibração do modelo PIRFICT às séries temporais de alturas de lençol freático observadas no período de 31/03/2008 a 07/04/2011.

POÇOS	EVP (%)	RMSE (m)	RMSI (m)
02	82,58	0,141	0,085
11	91,33	0,197	0,095

EVP=percentual da variância explicada; RMSE=raiz do erro quadrático médio; RMSI=raiz das inovações quadráticas médias.

De maneira geral, o modelo PIRFICT se ajustou bem a série de dados observados, descrevendo as oscilações dos níveis em função da precipitação e evapotranspiração. Os ajustes proporcionaram concordância com as observações superiores a 80% no poço 02 e a 90% no poço 11. Os erros associados às estimativas foram considerados baixos, com valores abaixo de 20 cm na média. As funções de impulso e resposta ajustadas

caracterizaram a dinâmica do SAB sob diferentes condições do meio poroso. No poço 02 as respostas são mais graduais, por se tratar de uma área de baixada e com oscilações mais superficiais. Já no poço 11 ocorre um pico de resposta mais rápido e com decaimento rápido já que não há interferências do relevo, somente da zona não saturada.

#### 4 – CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- o modelo PIRFICT ajustou-se bem aos dados de monitoramento do SAB na formação Adamantina;

- a aplicação de um modelo baseado em funções de impulso e resposta possibilitou descrever a relação dinâmica entre os dados de entrada (precipitação e evapotranspiração) e as oscilações dos níveis freáticos; e

- o modelo PIRFICT mostrou-se eficaz para modelar poços com características diferentes quanto às respostas do aquífero e espessuras do meio poroso.

**AGRADECIMENTOS:** À FAPESP (processo 2010/07516-4) pelo auxílio financeiro que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho, ao FEHIDRO pelo suporte financeiro na perfuração dos poços e, ao CIVAP, DAEE-SP e APTA pelo compartilhamento dos dados.

#### 5 – REFERÊNCIAS

[4] MANZIONE, R. L. **Regionalized spatio- temporal modeling of water table depths in the Brazilian Cerrado**. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2007.

[3] 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 Cerrados. **Hydrogeology Journal**, v.18, 2010. p. 1927-1938.

[1] MESTRINHO, S. S. P. Monitoramento em água subterrânea. In: FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. CPRM/LABHID, Rio de Janeiro, 2008. p. 673-686.

[2] 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 (12), 2002. p. 23.1-23.12.