

Sistema Aquífero Guarani: Garantia de segurança hídrica para Bauru (SP)?

Julia Belandrino Rusig

Carlos Henrique Gil Marques

Ricardo César Aoki Hirata

Universidade de São Paulo

jubelarus@usp.br

Objetivos

O objetivo deste estudo foi o de estimar os volumes total e disponível à exploração do Sistema Aquífero Guarani (SAG) na área urbana de Bauru (SP), avaliando a condição atual de bombeamento e projetando o seu uso para cenários futuros de aumento das extrações, através da modelagem numérica de fluxo de água subterrânea calibrada para as condições atuais de bombeamento, a partir de um estudo detalhado da distribuição tridimensional das unidades hidrológicas que controlam a produtividade e a longevidade da exploração de suas águas, com testes de bombeamento e perfisagens geofísicas interpretados.

Métodos e Procedimentos

Levantamento de Informações e Banco de Dados

Foi desenvolvido um banco de dados com informações de 68 poços tubulares profundos operados pelo Departamento de Água e Esgoto de Bauru (DAE-Bauru). Dentre as informações coletadas, as perfisagens geofísicas incluíam perfis de raios gama (GR), perfis elétricos, como potencial espontâneo (SP), resistividade normal (SN) e condutividade por indução (DIR), além de perfis sísmicos (DT). Testes de bombeamento de vazão máxima, escalonado e recuperação também foram compilados.

Modelagem Geológica Tridimensional

Baseado na reinterpretação de 44 perfis geofísicos de poços do DAE-Bauru, o modelo tridimensional foi desenvolvido utilizando o Leapfrog Works®, que emprega o algoritmo *Fast Radial Basis Function (Fast RBF™)*, capaz de extrapolar dados em áreas com lacunas.

Modelagem Numérica de Fluxo

A modelagem foi realizada no FEFLOW, que utiliza o método dos elementos finitos para simular o fluxo em meios porosos. O *software* integra gráficos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com técnicas de solução de elementos finitos, permitindo refinamentos na grade de modelagem e definição de condições de contorno. Leapfrog Works® e FEFLOW foram integrados para combinar os resultados.

Modelo de Circulação de Água do SAG

Após a construção do modelo geológico com o Leapfrog Works®, foram analisadas as litologias e suas relações hidráulicas baseadas nos testes de bombeamento e monitoramento de cargas hidráulicas. O modelo permitiu a criação de mapas potenciométricos, cálculo de volumes extraídos, desenvolvimento de cenários futuros de exploração e a inferência da zona de interferência atual e futura. A calibração focou na análise qualitativa e em dados históricos, visando a longevidade das extrações.

Resultados

Na área urbana de Bauru, o SAG compreende as unidades hidroestratigráficas Botucatu, Guará (Paula e Silva et al., 2023) e Piramboia do Grupo São Bento. Na porção nordeste, o SAG está confinado no topo pelos basaltos do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), enquanto sotoposto ao Sistema Aquífero Bauru (SAB) na área da janela estrutural de basalto, na região central e sudoeste. O SAG possui uma direção preferencial de fluxo de SSE para NNW, gradiente hidráulico de 1 a 3 m/km, carga estática de 400 a 460 m (referente a 2022), espessura saturada de 63 a 369 m, e transmissividade de 0,6 a 27,9 m²/h. Em relação à sua reserva, o volume total de água armazenada na região da Bacia do Rio Bauru é de 28,3 km³, sendo a reserva compressível equivalente a $5,7 \cdot 10^7$ m³ (Figura 1).

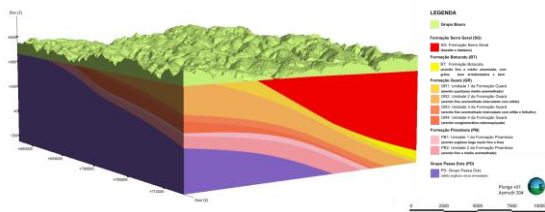


Figura 1: Modelo geológico do SAG na cidade de Bauru (SP).

Na cidade de Bauru, os poços exibem vazões que variam de 17 a 276 m³/h. A capacidade específica dos poços e a transmissividade são diretamente proporcionais à espessura saturada do aquífero confinado. Em relação à sua exploração, atualmente são retirados $3,5 \cdot 10^7$ m³/ano, um aumento de aproximadamente 51% em comparação ao ano de 2010, com uma produção de $2,3 \cdot 10^7$ m³/ano, demonstrando um incremento da dependência do SAG para o abastecimento hídrico. Os poços do SAG apresentaram rebaixamentos de até 80 m de seus níveis estáticos iniciais, de forma que as maiores quedas ocorreram nos poços localizados na porção central da área urbana, o que sugere uma relação com possíveis interferências entre os cones de rebaixamento. Estes poços também mostram uma queda de 43 m³/h quando comparados às

vazões médias iniciais (181 m³/h), sugerindo que, em média, um poço no SAG produz hoje 24% a menos do que poderia produzir no passado.

Conclusões

A correlação entre capacidade específica (Q/s) e transmissividade (T) com a espessura saturada do aquífero confinado, sugere que esta última é o principal fator controlador da produtividade dos poços do SAG. No entanto, os rebaixamentos observados não podem ter sido condicionados por características hidráulicas, visto que a região central e norte possui maior transmissividade e espessura saturada que a região sul, mas obtiveram os maiores decréscimos de carga. Portanto, interferências entre poços são também muito importantes para as quedas de nível devido à sobreposição dos cones de rebaixamento, especialmente na região central, onde há maior concentração de poços de produção. Por fim, a modelagem de fluxo demonstrou que a reserva compressível estimada não é volume suficiente para mais de dois anos de exploração do SAG com os números dos últimos anos, o que comprova a existência de fluxos laterais, ampliando a área de contribuição do armazenamento para além do domínio da bacia do Rio Bauru, que contempla toda a área urbana, indicando que a zona de influência dos poços em Bauru extrapola a região da bacia.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; processo nº 2022/16409-4) pelo apoio financeiro a este estudo.

Referências

Paula e Silva, F., Caetano-Chang, M.R., Chang, H.K. Stratigraphy of the middle Triassic-lower Cretaceous succession in the Paraná and Uruguayan Chaco-Paraná Basins – An overview based on subsurface data. *Journal of South American Earth Sciences*, p. 104567, doi: 10.1016/j.jsames.2023.104567. 2023.