



## **Modelagem de fluxo de água subterrânea do aquífero freático no bairro Mansões Santo Antônio, Campinas - SP**

**Autora:** Eloise Cristina Santos;

**Orientadora:** Profa. Dra. Ana Elisa Silva de Abreu.

**RESUMO:** O modelo matemático de fluxo transiente do bairro Mansões Santo Antônio foi efetuado com o software MODFLOW-2005 e interface do ModelMuse. O modelo conceitual é composto por duas camadas de regolito, condições contorno e recarga. Por meio das simulações do modelo, realizou-se testes de sensibilidade e calibração. Concluiu-se que o parâmetro mais sensível é a recarga e que o modelo está bem calibrado em relação as cargas hidráulicas observadas e simuladas.

**Palavras-chave:** Modelagem de Fluxo, Aquífero Freático, Hidrogeologia.

### **1. INTRODUÇÃO**

Os modelos matemáticos são utilizados na hidrogeologia para a simulação do comportamento dos fluxos subterrâneos. A área de estudo situa-se no bairro Mansões Santo Antônio à leste do município de Campinas. Esta região constitui um sítio de contaminação por organoclorados e devido a este fato, a área é composta por um conjunto de poços de monitoramento que permite o estudo do aquífero local (Figura 1). Além disso, existe uma série de trabalhos pretéritos que contém informações sobre a geologia e hidrogeologia, que são dados fundamentais para elaboração do modelo hidrogeológico conceitual e matemático da área. Com isso, o objetivo deste estudo foi a interpretação do modelo de fluxo de água subterrânea do aquífero freático do bairro Mansões Santo Antônio para maior compreensão do aquífero local.

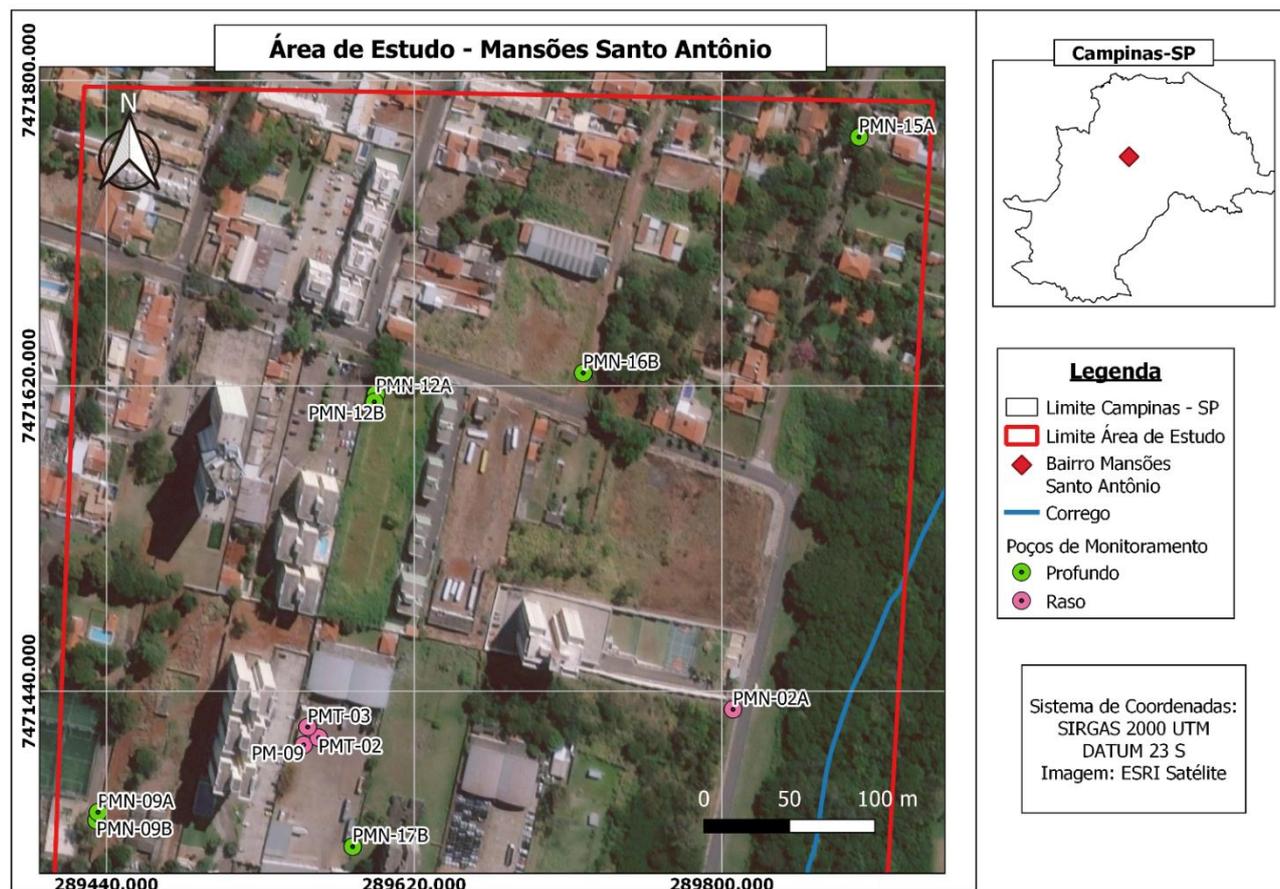
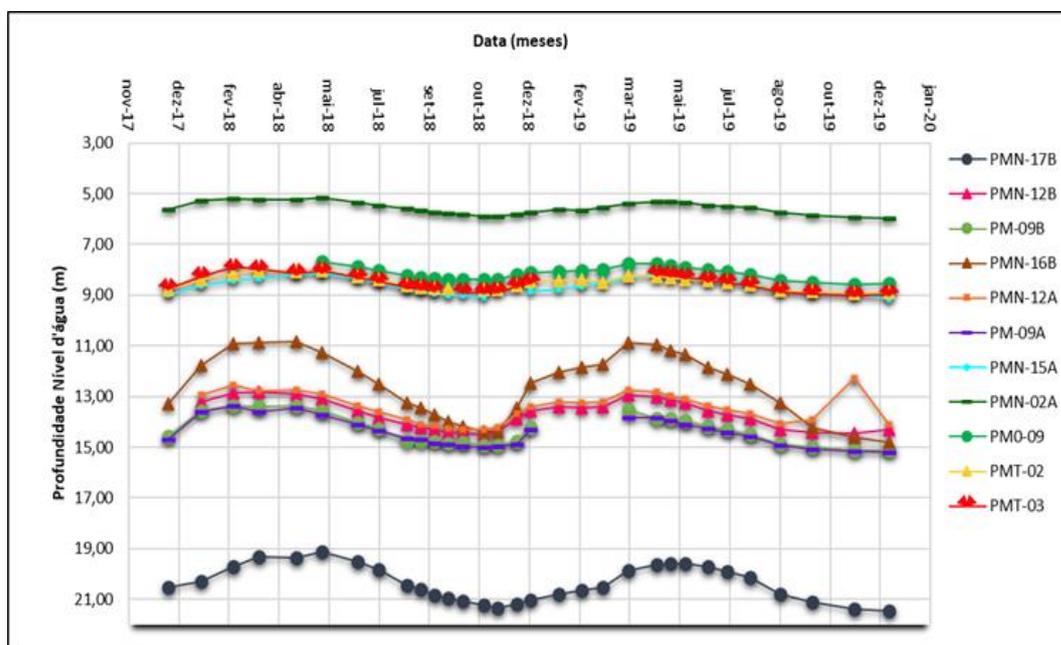


Figura 1: Localização da área de estudo e dos poços de monitoramento.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Leituras de Nível d'água

A continuação das leituras de nível d'água dos poços instalados no local, foram realizadas entre agosto de 2019 e janeiro de 2020. A Figura 2 demonstra o comportamento das curvas de nível d'água durante dois anos hidrogeológicos. Como pode ser observado os poços apresentam recarga entre o período de novembro a maio e rebaixamento entre julho e outubro.



**Figura 2:** Medidas de leitura de nível d'água durante os trabalhos de campo realizados de 2017 a 2020.

### Modelo Conceitual

O modelo conceitual da área é composto por duas camadas de regolito, sendo a superior de composição silto-arenosa, de condutividade hidráulica  $5,70 \times 10^{-6}$  m/s e 15,0 m de espessura a partir da superfície. A camadas inferior é areno-siltosa, com condutividade hidráulica de  $1,30 \times 10^{-5}$  m/s e profundidade de 15,0 a 30,0 m (AECOM, 2013). As condições de contorno foram definidas como o alto topográfico do modelo localizado à oeste da área e um córrego à leste. A recarga do aquífero varia de 0,91 a 3,85 mm/dia (SANTOS, 2019).

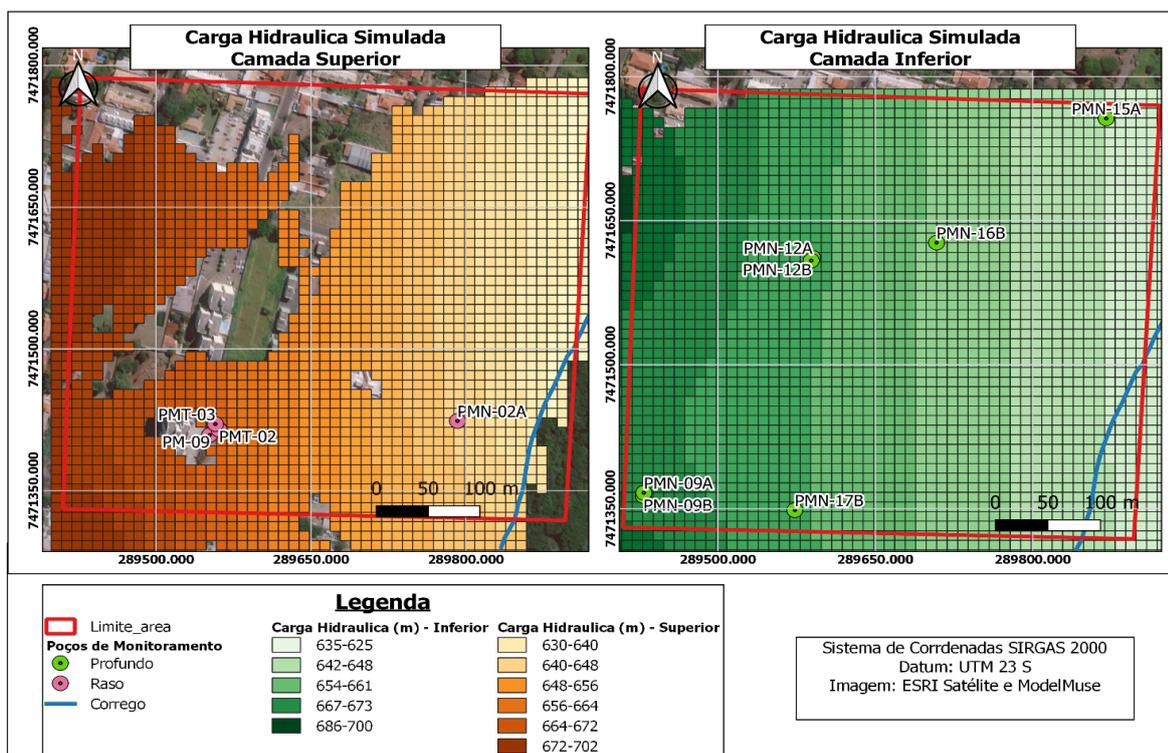
### Modelagem de Fluxo usando o MODFLOW-2005

O modelo matemático foi elaborado com os softwares ModelMuse e MODFLOW-2005 desenvolvidos pelo United States Geological Survey (USGS), que atuam pelo método das diferenças finitas (WINSTON, 2009). Com isso, o modelo é composto pelos seguintes parâmetros: duas camadas geológicas, recarga, poços de monitoramento e condições de contorno de topo e base.



Uma das etapas da modelagem, consiste no teste de sensibilidade, que avalia os parâmetros de saída em detrimento de mudanças sistemáticas nas variáveis de entrada. A avaliação da sensibilidade ocorreu através da observação de variações nos valores dos parâmetros em estudo, tendo como respostas o balanço hídrico das simulações. Como resultado, obteve-se que o parâmetro mais sensível é recarga, seguido da camada superior silto-arenosa e a menos sensível é a camada inferior areno-siltosa.

A calibração do modelo tem como intuito verificar a correlação dos dados reais e os simulados. Neste estudo, utilizou-se dos valores de carga hidráulica de campo dos poços instalados na camada superior e inferior, que foram comparados com os valores simulados (Figura 3). Nos resultados, o método estatístico do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,97 e o gráfico de dispersão demonstrou os resíduos bem próximos da linha de ajuste perfeito, ambos os resultados indicam uma boa correlação entre os dados. Em análise a calibração individual das camadas, a parte superior possui pouca representatividade em relação a distribuição espacial e a quantidade de poços, enquanto a camada inferior contém dados mais representativos e demonstrou maiores resíduos para os poços mais profundos.





**Figura 3:** Carga Hidráulica simulada no MODFLOW-2005 para o final do período de recarga.

### 3. CONCLUSÕES

O conjunto de dados coletados em campo foram fundamentais para elaboração do modelo conceitual e modelo matemático de fluxo transiente do aquífero freático do bairro Mansões Santo Antônio. As simulações realizadas no MODFLOW demonstraram que o parâmetro mais sensível do modelo é a recarga e o menos sensível é a camada inferior. Além disso, os resultados de carga hidráulica estão bem calibrados com a realidade. Ainda, foi identificada a pouca representatividade da camada superior, que possui uma quantidade insuficiente de poços rasos para uma caracterização aprimorada do fluxo de água subterrânea na porção silto-arenosa.

### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECOM. **Investigação Ambiental Detalhada e Avaliação de Risco à Saúde Humana – Mansões Santo Antônio**. Campinas: Prefeitura Municipal, 2013.

SANTOS, E. C. **Estudo do comportamento do aquífero freático no bairro Mansões Santo Antônio, Campinas - SP**. 2019. 20 p. (Graduando) - Curso de Geologia, Universidade Estadual de Campinas, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Campinas, SP, 2019.

WINSTON, R.B., 2009, **ModelMuse - A graphical user interface for MODFLOW-2005 and PHAST**: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A29, 52 p., available only online at <https://pubs.usgs.gov/tm/tm6A29>.