

# MODELAGEM MATEMÁTICA HIDROGEOLÓGICA HETEROGÊNEA/ANISOTRÓPICA DA INFLUÊNCIA DE ATIVIDADE MINERADORA NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Mário B. Marcelino\*, Aldo C. Rebouças\*\*, André M. Rebouças\*\*,  
Sérgio H. Ogihara\*\* e Lídia A. Senf\*\*.

\* Pós Graduando do IG-USP

\*\*Hidro Ambiente - Porjetos, Consultoria e Serviços Ltda

---

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo definir o modelo hidrogeológico conceitual, dimensionar as principais feições estruturais condicionantes dos fluxos subterrâneos de uma mina subterrânea, avaliando a influência dos bombeamentos atuais e/ou futuros das atividades de mineração no contexto hidrogeológico regional e local.

Foi avaliado a influência das atividades de mineração, em particular, da lavra subterrânea, através de simulações matemáticas realizadas com o modelo matemático FLOWPATH 5.11, tendo-se por base as condições nas condições existentes em DEZ/94 (3.768 m<sup>3</sup>/h), período de tendência de equilíbrio dos potenciais hidráulicos com o regime de bombeamento existente na lavra subterrânea.

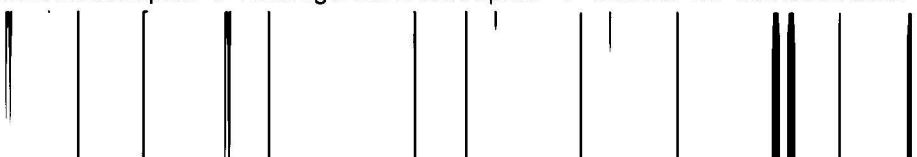
O quadro geológico da área é constituído por uma sucessão alternada de camadas de rochas metamórficas pertencentes à Seqüência de Vazante do Proterozóico Superior - Grupo Paranoá, dobrados, acamamentos e/ou xistosidades possuindo direção geral NE-SW, com mergulhos para NW variando entre 15 e 30°. Dois sistema de falhas afetam a região, um primeiro concordante com as estruturas e exibindo mergulho subvertical para SE, e um outro sistema mais recente, de direções preferenciais SE-NW e SEE-NWW que corta transversalmente as estruturas anteriores, apresentando, também mergulhos sub-verticais.

A Bacia Hidrográfica local possui uma superfície total 696,5 Km<sup>2</sup>. As chuvas que caem ao longo do ano constituem a principal fonte de recarga, com precipitação média anual de 1311 mm/ano. A análise das medidas fluviométricas dos cursos d'água possibilitou o cálculo do coeficiente de recessão de  $3.83 \times 10^{-3}$  e taxa de infiltração de 15.3% (200,63mm/ano).

Para avaliação das vazões na cota 300, foram mantidos os pontos de afluxo de água nas galerias e considerado que, neste tipo de material aquífero (permeabilidades dominantes de fraturas), ocorre uma redução dos valores ( $K=85$  m/dia) com a profundidade. Desta forma, adotando-se o valor médio de  $K=1,13$  m/dia para o conjunto maciço/fratura,

até a base do aquífero, a vazão produzida pelos afluxos na cota 300m seria de 3.900 m<sup>3</sup>/h. Esta situação pode ser considerado como conservadora.

Assim, inicialmente foram simuladas as condições da bacia hidrogeológica como homogênea/anisotrópica e heterogênea/anisotrópica. O modelo do bombeamento na



mineração, induz a formação de um cone de rebaixamento irregular com 96m de profundidade e um déficit final de 37% no balanço hídrico local.

A simulação do esgotamento da mina com as vazões verificadas nas galerias, constatou que o bombeamento induziria um rebaixamento do nível de água subterrânea não compatível com os dados monitorados. Por sua vez, o cone de rebaixamento se estenderia por sob o rio e o balanço hídrico apresentou um déficit hídrico superior a 50%. Isto significa dizer que, localmente, o rio poderia ser uma fonte de recarga do sistema aquífero e não mais uma feição de drenança da área. Nesta situação foi testada a hipótese de haver fluxos subterrâneos através das zonas de fraturas que afetam a camada de filito situada a jusante, adotando-se dois pontos de recarga nos locais de interseção fratura/rio no trecho sob influência acentuada (10m) do cone.

O modelo nestas condições, indica rebaixamentos dos níveis de água na mina subterrânea compatíveis com os dados do monitoramento e balanço hídrico com déficit de apenas 15%. É provável que este déficit seja o resultado da presença de outras zonas relativamente mais permeáveis dos filitos, não consideradas no modelo.

O resultado final apresenta um cone de rebaixamento regional induzido pelo bombeamento com forma elíptica, de profundidade máxima de 96m e orientação NW/SE, responsável por um rebaixamento do lençol freático a 8km de distância da ordem de 5 a 10m, com erros aferidos inferiores a 6 metros. Os fluxos subterrâneos regionais possuem direções SSWNNE, sendo que na área da mineração, passam a apresentar fluxos convergentes para o local de bombeamento, condicionados, principalmente, pelas estruturas mais permeáveis (Figura 1). Na área da mineração, o modelo indica que os fluxos subterrâneos são fortemente condicionados pelas zonas relativamente mais permeáveis, e possuem direções principais de NW/SE e SE/NW. O modelo indica que os principais afluxos das águas subterrâneas nas galerias estão associados às zonas fraturadas, relativamente mais permeáveis. Estas zonas correspondem as fraturas situadas a norte e a sul da áreas das galerias, as quais são mapeadas em superfície, pela zona de contato minério/rocha encaixante e por uma zona central de falha de direção NNWSSE (Figura 2).

As equipotenciais na área das galerias subterrâneas apresentam-se de forma irregular e cotas variando de 510 a 550m, representando cargas hidráulicas residuais nas galerias que variam entre 10 e 50 metros. De uma maneira geral, ocorre um progressivo aumento das cargas hidráulicas a medida que se afasta do ponto de afluxo em apreço.

