

ESTUDO DE CASO: MODELAGEM DO TRANSPORTE DE SULFATO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DA MINA DE SANTA RITA

Julia Cotta Maciel Dantas¹; Antônio Carlos Bertachini¹, Breno Alexandre Pereira¹, Jorge Robbin², Carlos Luiz Ramos Ribeiro²

Resumo: A mina de Santa Rita extrai o níquel proveniente de depósitos sulfetados localizados na intrusão máfica-ultramáfica Mirabela, no sul da Bahia. Devido às características geoquímicas naturais das rochas da região, a exploração mineral pode levar ao processo de Drenagem Ácida de Mina (DAM) pela oxidação dos sulfetos. A fim de avaliar esse processo na região da mina de Santa Rita diversos estudos foram desenvolvidos, tais como: coleta e análise hidroquímica da água subterrânea e da água superficial, análise isotópica e modelo numérico de fluxo de água subterrânea e de transporte de massa. O presente artigo aborda, especificamente, os resultados desse último estudo, o modelo numérico hidrogeológico da área, desenvolvido no *software* Visual Modflow 2011.1.

Abstract: *The Santa Rita mining, located in the south of Bahia, extracts nickel from the mafic-ultramafic Mirabela intrusion. Considering the natural geochemistry of the rocks, the mineral exploitation can lead to the Mining Acid Drainage process. In turn, to address this process in Santa Rita mining, several studies such as hydrochemical and isotopic analyses and the numerical modelling of groundwater flow and the transport of contaminants were made. Thus, this report showcases the results of the last study, the numerical model of the groundwater flow, which were developed in the software Visual Modflow 2011.1.*

Palavras-chave: Sulfato; modelagem de transporte; DAM; monitoramento hidroquímico

¹ MDGEO Hidrogeologia e Meio Ambiente

² Atlantic Nickel

1 – INTRODUÇÃO

O presente trabalho mostra os resultados de estudo de transporte de sulfato realizado na mina de Santa Rita, localizada em Itagibá (BA), pertencente à Atlantic Nickel.

A área de estudo faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Leste, sendo o Rio de Contas a principal drenagem regional. Geologicamente, está no domínio do Cráton São Francisco (ALMEIDA, 1977 [1]) na Região Granulítica do sul/sudeste da Bahia (BARBOSA & FONTEILLES, 1986 [2]). O empreendimento localiza-se no complexo intrusivo Fazenda Mirabela, que corresponde a um corpo máfico/ultramáfico proterozóico onde há um típico depósito *stratabound* com espessura de 220 a 290 m de sulfetos magmáticos de Fe-Ni-Cu disseminados (BARNES, et al., 2011 [3]).

A empresa realiza o monitoramento qualitativo e quantitativo das águas superficiais e subterrâneas da região através de amostragens hidroquímicas e medição da profundidade do nível d'água subterrâneo e das vazões dos cursos d'água no entorno.

2 – OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho foi entender melhor a dinâmica do fluxo de água subterrânea na área do entorno da Mina de Santa Rita com foco no comportamento do sulfato para avaliação da possibilidade de migração de cargas contaminantes.

3 – MONITORAMENTO HIDROQUÍMICO

O monitoramento hidroquímico na Mina de Santa Rita foi iniciado em 2008 nas águas superficiais e em 2010 nas águas subterrâneas. Desde então, a rede de monitoramento sofreu algumas alterações e foi ampliada, incluindo-se também a análise de efluentes. Atualmente, análises hidroquímicas são realizadas em 16 poços de monitoramento de água subterrânea, 11 pontos em águas superficiais e 5 pontos de efluentes de águas oriundas das cavas e pilhas de estéril, com periodicidade semestral. Além disso, são também monitorados 9 pontos de medição de vazão e 12 pontos de nível d'água subterrânea.

4 – MODELAGEM NUMÉRICA DE FLUXO E TRANSPORTE DE SULFATO

Partindo de um Modelo Hidrogeológico Conceitual definido as primeiras etapas da modelagem consistiram na calibração do fluxo subterrâneo em regime permanente e transiente. Posteriormente, com o uso do banco de dados de monitoramento hidroquímico disponível, foi possível realizar também a calibração das concentrações de sulfato para modelagem de transporte.

Na sequência, foram feitas simulações de transporte de sulfato com base em planos de lavra futuros, incluindo o rebaixamento do nível d'água (entre os anos de 2019 e 2026) e sua recuperação por 5 anos após uma eventual paralização da exploração mineral.

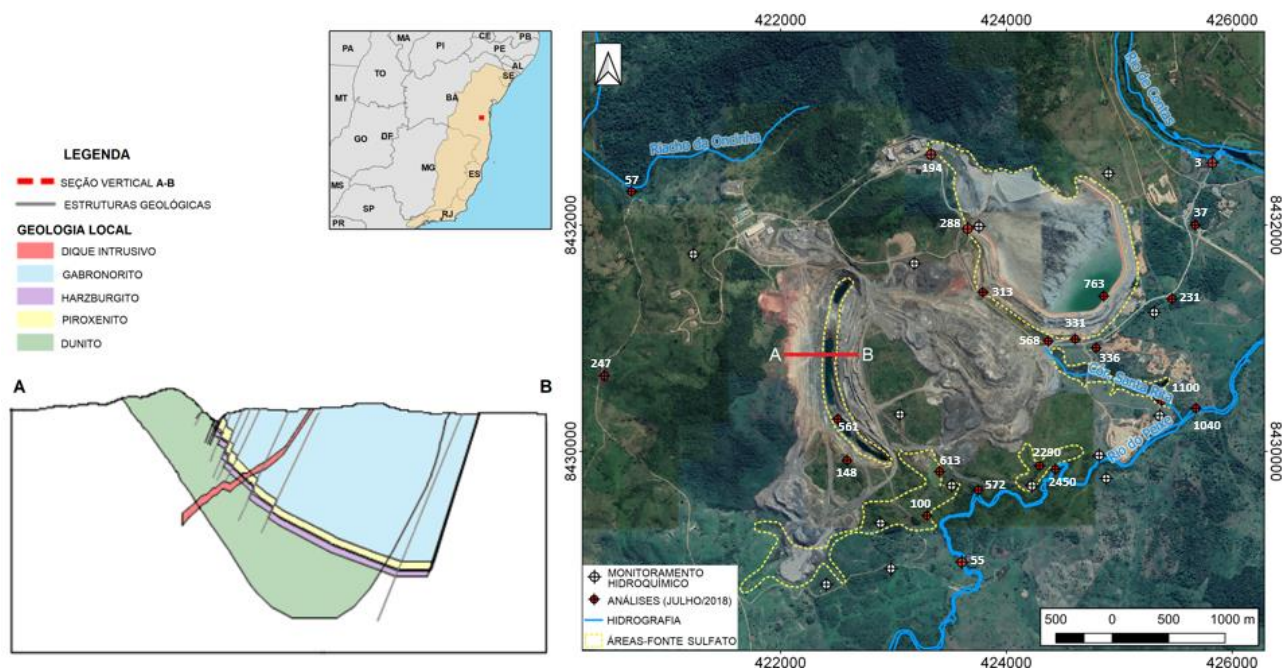


Figura 1. Localização, unidades geológicas da cava e pontos de monitoramento hidroquímico, concentrações de sulfato medidas em julho/2018 e principais áreas-fonte de sulfato.

5 – RESULTADOS

5.1 Concentrações de sulfato

Os resultados da campanha de coleta indicaram que o sulfato está mais concentrado nas águas superficiais do que nas águas subterrâneas. O histórico de monitoramento de sulfato (2008 a 2018) e a campanha de coleta realizada em julho de 2018 mostram que as regiões com maior concentração de sulfato são o entorno da barragem de rejeitos, ao longo do Córrego Santa Rita e região das *wetlands*, nas cavas e à jusante das pilhas de estéril.

Além disso, o sulfato apresentou alta correlação com a condutividade elétrica (88%) e com o elemento selênio (70%), que substitui o enxofre em ligações químicas. Observou-se ainda a influência do manejo de mina, com a forração de acessos com material sulfetado, em um aumento pontual da concentração de sulfato, fato este que já foi corrigido.

5.2 Simulações do transporte de sulfato

A análise global dos resultados de simulação mostrou que as maiores concentrações de sulfato ocorrem nas camadas superficiais. Ao longo do tempo, com o rebaixamento do nível d'água, a concentração de sulfato nas cavas diminui nas regiões secas e volta a aumentar com a recuperação do nível d'água. Na barragem e *wetlands* as concentrações de sulfato tendem a aumentar considerando-se uma fonte de concentração constante.

Notou-se ainda a necessidade de monitoramento de outras áreas, como a lagoa a sul cavas.

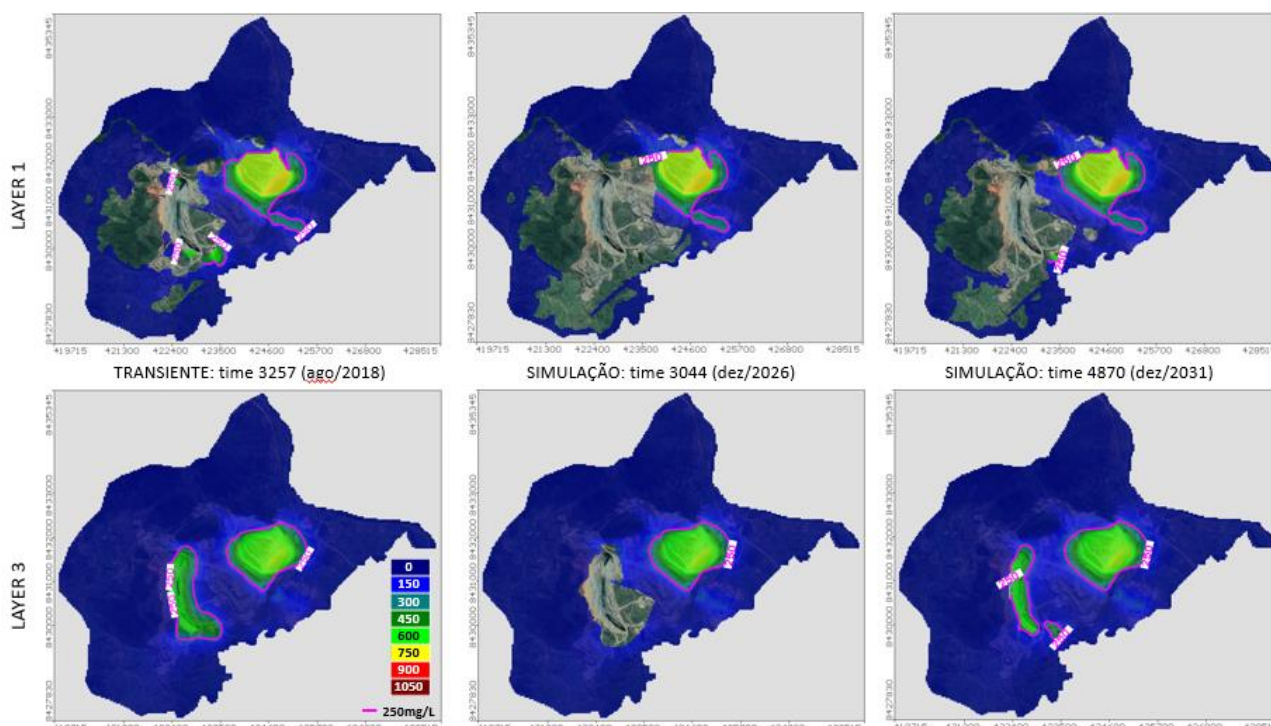


Figura 2. Concentrações de sulfato (mg/L) obtidas na calibração em regime transiente (ago/2018) e simulações da cava final (dez/2026) e 5 anos após (dez/2031), nas camadas 1 e 3.

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A DAM é um problema comum em depósitos sulfetados, no entanto, pode ser acompanhada e mitigada caso haja uma boa gestão da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, o que está diretamente relacionada a um monitoramento hidroquímico regular e contínuo. Aliado a isso deve estar o controle adequado das operações de mina e da disposição de estéreis e rejeitos.

Dentre as principais recomendações indicadas estão a inclusão de novos pontos de monitoramento hidroquímico, a limpeza (raspagem) nas áreas de maior concentração de sulfato, a canalização das águas das drenagens do empreendimento; a manutenção do *sump* da mina com o mínimo de água possível e a realização de campanhas semestrais de medição de parâmetros físico-químicos de todos os pontos d'água do empreendimento para detecção de eventuais alterações na qualidade das águas.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALMEIDA, F. O Cráton do São Francisco. *Revista Bras. Geociências*, 7, 349-364, 1977.
- [2] BARBOSA, J., & FONTEILLES, M. Examen critique des résultats fournis par certains baromètres couramment utilisés en terrains granulitiques. Exemples des granulites de Bahia (Brésil) et Du Massif de l'agly (France). *Bull. Mineral*, v.7, 349-364, 1986.
- [3] BARNES, S. J., OSBOURNE, G. A., COOK, D., BARNES, L., MAIER, W. D., & GODEL, B. The Santa Rita Nickel Sulfide Deposit in the Fazenda MIRABELA Intrusion, Bahia, Brazil. *Geology, Sulfide Geochemistry, and Genesis. Economic Geology*, v. 106, 1083-1110, 2011.