

Modelo de futura qualidade de lago de cava utilizando o software PHREEQC

Augusto Cesar Fonseca Saraiva¹, Hairton Costa Ferreira²; Marcelo Pereira Queiroz²; Igo de Souza Tavares¹; Italo Machado Corrêa¹; Flavio Vasconcelos¹

Resumo: A modelagem da futura qualidade de lago de cava e barragem de rejeito é uma prática consagrada na área da hidrogeoquímica aplicada ao setor de mineração. O balanço de massa das diferentes fontes de água que contribuirão para a futura qualidade de água desses reservatórios, é submetido a uma família de *softwares* que hoje apresentam-se cada vez mais de forma amigável para a utilização do usuário. O trabalho aqui desenvolvido apresenta um estudo de modelagem da futura qualidade de água do lago de uma cava de uma mina de níquel sulfatado, já paralisada. Esse trabalho utilizou o *software* PHREEQC para o seu desenvolvimento.

Abstract: The modeling of the future quality of water from a digging's lake and a tailings dam is a consolidated study in hydrogeochemistry applied to mining activities. Mass balance of different sources of water which contribute to the future quality of water from these reservoirs is done by a family of softwares that nowadays are more accessible to common users. The work here developed present one study of modeling of future water quality of an open pit lake from a nickel sulphide mine using the software PHREEQC for its development.

Palavras-chave: PHREEQC; hidrogeoquímica; recursos hídricos; fechamento de mina.

1 HIDROGEO R. Rio Grande do Norte, 1164 - 501 - Funcionários, Belo Horizonte - MG, 30130-131, (31) 31425505 flavio.vasconcelos@hidrogeoeng.com.br, igo.tavares@hidrogeoeng.com.br, augusto.saraiva@hidrogeoeng.com.br.

2 UFMG – Departamento de química Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901, (31) 3409-5000, marcelopq123@gmail.com, hairtoncf@outlook.com,

1 - INTRODUÇÃO

O plano de fechamento de mina deve ser concebido ainda nas fases de viabilidade técnica e financeira do empreendimento [1]. Dessa forma, a elaboração de modelos hidrogeoquímicos que preveem a futura qualidade de lado de cava passa a ser uma prática de grande relevância para estudos de licenciamento ambiental ou de avaliação de impacto ambiental de unidades de mineração ainda em operação. A mineração Serra da Fortaleza já encerrou as suas atividades e a previsão é que um lago se forme na sua cava nos próximos anos. Assim, um modelo da futura qualidade desse lago foi realizado em duas versões e a síntese dos resultados são apresentados nesse trabalho. Nesse caso o modelo de futura qualidade do lago da cava proposto utilizou a ferramenta PHREEQC para responder a esse questionamento [2]. Apesar de muito utilizado em projetos de mineração, essa ferramenta computacional ainda é pouco conhecida no Brasil.

2 - OBJETIVOS

Demonstrar uma metodologia de previsão de futura qualidade de água de lago de cava utilizando o *software* PHREEQC.

3 - METODOLOGIA

Inicialmente o modelo conceitual dos corpos hídricos a serem modelados deve ser desenvolvido. A partir deste modelo é realizado o balanço hídrico da área de interesse e a identificação das fontes de água que contribuem para o preenchimento dos reservatórios. Amostras de água subterrânea e superficial então são coletadas seguindo um procedimento rigoroso de coleta [3]. Nesse caso de lago de cava amostras do material sólido devem ser coletadas das paredes da cava e caracterizadas mineralogicamente, quimicamente e em relação ao seu potencial de solubilização [4]. Uma vez obtidos os resultados, é realizado um balanço de massa considerando o modelo conceitual concebido. A ferramenta computacional PHREEQC é utilizada exatamente nesse momento realizando o balanço e as reações geoquímicas pertinentes a área a ser modelada (Figura 1).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo conceitual para as duas áreas foi concebido e a seguir apresenta-se uma representação esquemática do modelo de futura qualidade de água da cava (Figura 1).

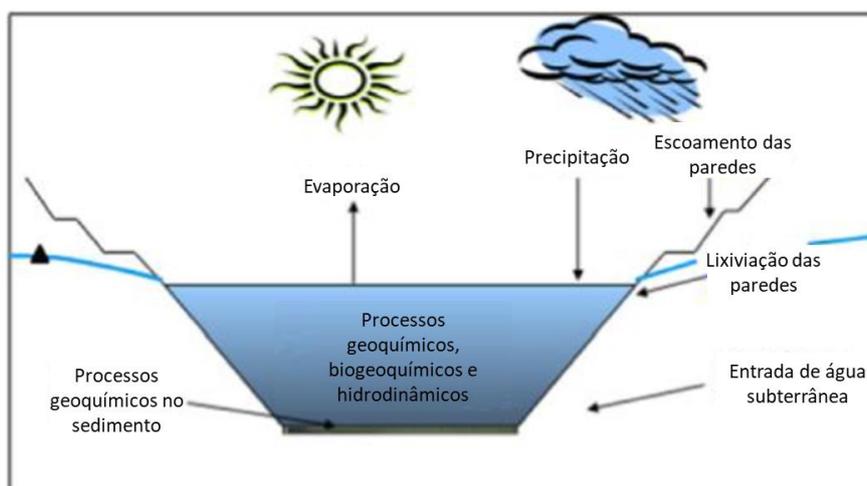


Figura 1 – Modelo de balanço hídrico do lago da cava da mina.

O balanço hídrico da área foi concebido utilizando a equação a seguir e foi positivo para as duas áreas.

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \Sigma(Q_{prec_dir} + Q_{es_cava} + Q_{sub}) - Q_{evp} \quad (1)$$

Onde ΔV = variação de volume do reservatório (m^3), Δt = intervalo de tempo da simulação (h), Q_{prec_dir} = vazão da precipitação direta no reservatório (m^3/h), Q_{es_cava} = vazão do escoamento superficial na cava (m^3/h), Q_{evp} = taxa de evaporação direta do espelho d'água (m^3/h).

O modelo hidrogeoquímico utilizando o *software* PHREEQC fez previsões temporais de 4, 8 e 12 anos e os resultados estão apresentados a seguir para a futura qualidade do lago da cava (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados do modelo hidrogeoquímico previstos para 4, 8 e 12 anos para o caso do lago da cava.

Elemento	Unidade	4 anos	8 anos	12 anos
Al	mg/L	0.12	0.12	0.21
As	mg/L	0.000003	0.000003	0.00006
C	mg/L	9.23	9.23	8.77
Ca	mg/L	115.2	115.2	138.8
Cd	mg/L	0.005	0.005	0.008
Cl	mg/L	23.5	23.5	32.0
Cr	mg/L	0.03	0.03	0.05
Cu	mg/L	0.059	0.06	0.08
F	mg/L	0.004	0.004	0.007
Fe	mg/L	0.003	0.003	0.003

Elemento	Unidade	4 anos	8 anos	12 anos
K	mg/L	2.6	2.6	3.5
Mg	mg/L	38.0	38.0	49.5
Mn	mg/L	0.10	0.10	0.14
N	mg/L	0.1	0.1	0.2
Na	mg/L	36.4	36.4	49.2
Ni	mg/L	1.8	1.8	2.4
P	mg/L	0.0031	0.00001	0.0074
Pb	mg/L	0.01	0.01	0.01
SO ₄ ²⁻	mg/L	169.822	169.854	208.069
Zn	mg/L	0.0479	0.0478	0.0893
pH	-	8.009	7.997	7.973

Onde solução 1 é proveniente da mina subterrânea, solução 2 é proveniente da planta de beneficiamento.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modelos de previsão da futura qualidade de lagos de cava utilizando a metodologia aqui apresentada é uma técnica consagrada mundialmente. Os resultados obtidos por este tipo de modelo são de grande serventia para gestores ambientais tomar decisões no sentido de minimizar possíveis impactos ambientais causadas pelo encerramento de uma operação, tal como no caso de fechamento de mina.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBRAM. Guia para planejamento do fechamento de Mina. Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM. 1ª Ed. 223 pp. Brasília D.F. Brasil. 2013.
- [2] F. M. Vasconcelos *et al*, "Hydrogeochemistry tailing model to evaluate future water quality - Mina Vazante MG, Brazil", *10th Internat. Conf. on Acid Rock Drainage & IMWA Annual Conf.*, pp. 1-11, 2015.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR 9898 (1987). Preservação e técnicas de amostragem efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro RJ.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – NBR 10.006 (2004). Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro/RJ.