



**1º CONGRESSO
LATINO-AMERICANO
DE DRENAGEM
ÁCIDA DE MINA**

24 e 25 de novembro de 2021
Belo Horizonte • MG • Brasil

1ST LATIN AMERICAN ACID MINE DRAINAGE CONGRESS
NOVEMBER 24-25, 2021 • BELO HORIZONTE • MG • BRAZIL

1^{ER} CONGRESO LATINOAMERICANO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINA
24-25 DE NOVIEMBRE DE 2021 • BELO HORIZONTE • MG • BRAZIL

PROMOÇÃO



Ensaio cinéticos para avaliação da reatividade química de rejeitos de minério de ferro e estéreis

Rafael C. Albuquerque, Carolina B. de Abreu, Layane Silva, Lara Lange (WST), Ruberlan G. da Silva (CDM – Vale), Maria I. P. Teodoro (Progen), Maria L. Ramos, Vinicius F. Cordeiro (Vale)

Belo Horizonte, 24 de Novembro de 2021





INTRODUÇÃO

- A drenagem de mina ocorre pela oxidação natural dos minerais sulfetados, que são expostos ao ar e à água;
- As atividades que envolvem a escavação de rochas com minerais sulfetados, como a mineração, aceleram o processo porque aumentam a exposição dos minerais sulfetados ao ar, água e microrganismos.



Grethel, 2014



INTRODUÇÃO



- É amplamente difundido que os minerais de ferro, contido nos itabirites, são estáveis e pouco reativos, considerados resistentes em condições de superfície;
- No entanto, associações com gnaisses e xistos (estéreis), por exemplo, podem ser mais susceptíveis ao intemperismo, por sua mineralogia ser distinta dos rejeitos;



INTRODUÇÃO

Assim, fica a pergunta:

Em condições lixiviantes, estes materiais poderiam transferir metais ou outros componentes para a solução?





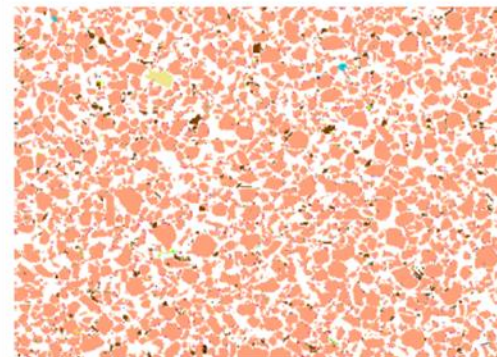
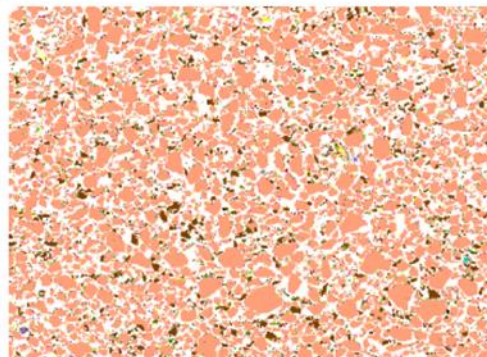
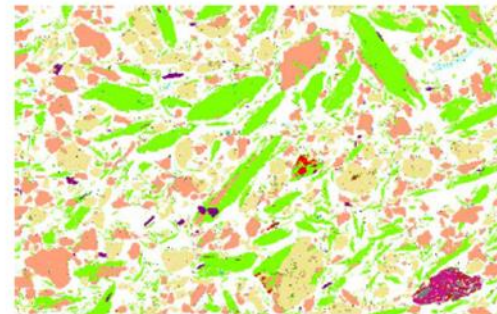
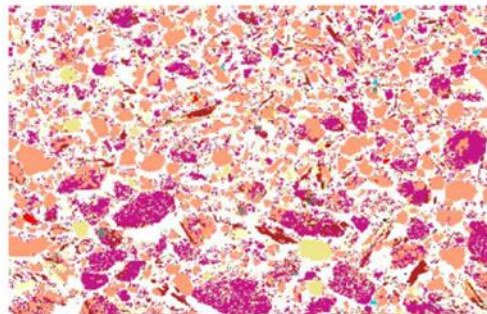
CONTEXTUALIZAÇÃO

- Deposição em pilha de estéril e rejeito (PDER).
- A pilha permanecerá insaturada na maior parte do tempo, um aspecto relevante para o desenho do ensaio cinético, uma vez que se espera um ambiente sob influência da atmosfera, ou seja, sob condições oxidantes



METODOLOGIA

- Amostras:
 - ✓ Estéreis -> Xisto e Gnaisse
 - ✓ Rejeito -> Total 1, Arenoso 1, Arenoso 2
- Caracterização Mineralógica:
 - ✓ QEMSCAN e FRX





METODOLOGIA

- Células de umidade
- Utilizaram-se células úmidas de 20,3 cm de diâmetro e 10,2 cm para o rejeito e de 10,2 cm de diâmetro e 20,3 cm de altura para o estéril, conforme especificado para material de granulometria mais grossa (amostras de estéril foram britadas para granulometrias inferiores a 6,3 mm), preenchendo-as com o material até o topo. Aferiram-se as massas iniciais e prosseguiu-se com a lixiviação das amostras utilizando 1000mL de água destilada durante um total de 24 horas. Os lixiviados foram coletados para análise.
- Na sequência, submeteram-se as amostras a um ciclo de ar seco, por três dias, seguido de um ciclo de ar úmido, por mais três dias, retornando para uma nova percolação de água deionizada por um dia. Esse ciclo se repetiu por todo o período de teste aplicado, durante 35 semanas. As vazões de ar e os teores de umidade para os ciclos de ar seco e ar úmido seguiram a metodologia citada. Em todas as etapas, aferiram-se a massa da amostra e da solução recolhida.



METODOLOGIA

- Células de umidade



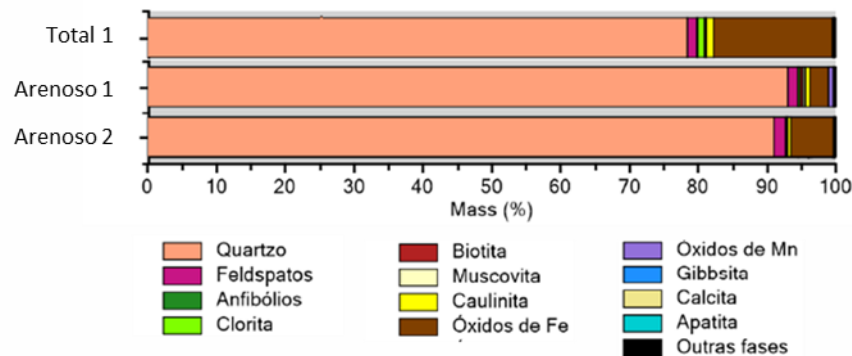


RESULTADOS

- Caracterização:

✓ Rejeito -> Total 1, Arenoso 1, Arenoso 2

Minerais	Amostra	Total 1	Arenoso 1	Arenoso 2
		% em massa dos minerais		
Silicatos	Quartzo	78,44	93,02	91,01
	Feldspatos	1,37	1,49	1,70
	Anfibólios	0,16	0,04	0,01
	Clorita	0,96	0,30	0,18
	Biotita	0,17	0,39	0,02
	Muscovita	0,16	0,32	0,03
	Caulinita	1,02	0,63	0,50
Óxidos	Óxidos de Fe	17,21	2,73	6,20
	Óxidos de Mn	0,20	0,69	0,04
	Gibbsita	0,07	0,06	0,17
Outros	Calcita	0,05	0,05	0,05
	Apatita	0,03	0,06	0,03
	Outras fases	0,16	0,22	0,06



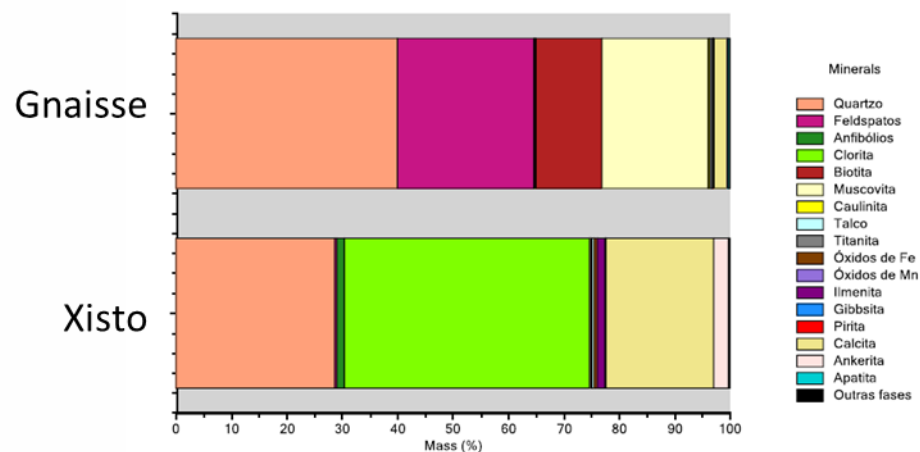


RESULTADOS

- Caracterização:

✓ Estéril -> Gnaiss e Xisto

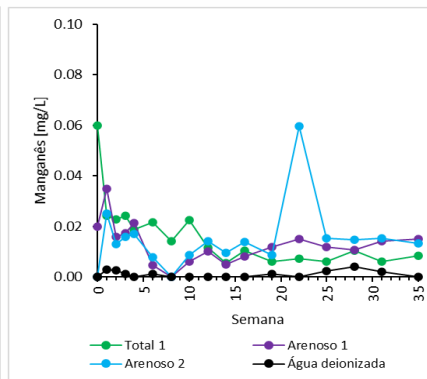
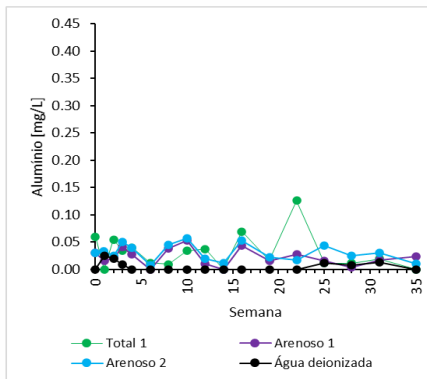
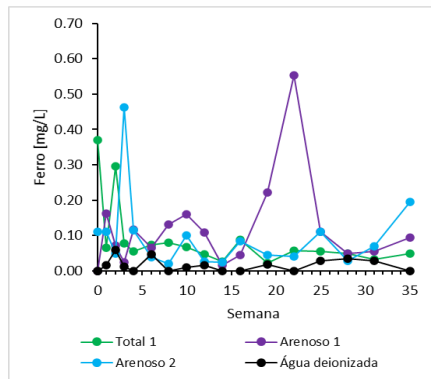
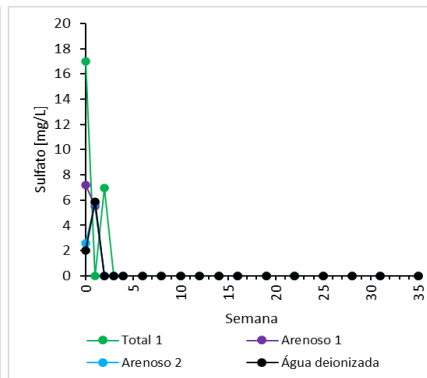
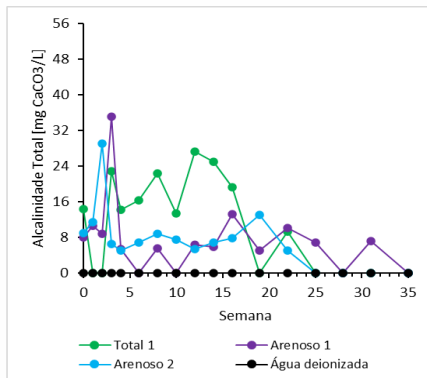
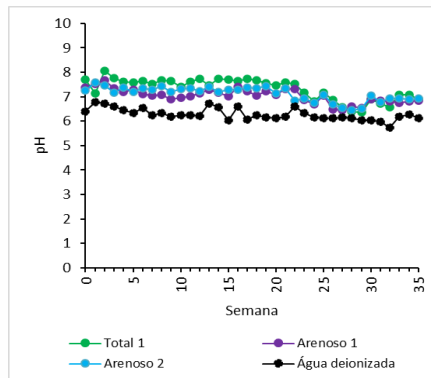
Minerais	Amostra	Gnaiss	Xisto
		% em massa dos minerais	
Silicatos	Quartzo	39,95	28,68
	Feldspatos	24,64	0,38
	Anfibólios	0,18	1,34
	Clorita	0,19	44,24
	Biotita	11,91	0,15
	Muscovita	19,17	0,07
	Caulinita	0,35	0,20
	Talco	0,00	0,44
	Titanita	0,47	0,03
Óxidos	Óxidos de Fe	0,04	0,58
	Óxidos de Mn	0,00	0,00
	Ilmenita	0,01	1,37
	Gibbsita	0,04	0,07
Outros	Pirita	0,14	0,12
	Calcita	2,33	19,42
	Ankerita	0,13	2,64
	Apatita	0,3	0,14
	Outras fases	0,15	0,14





RESULTADOS

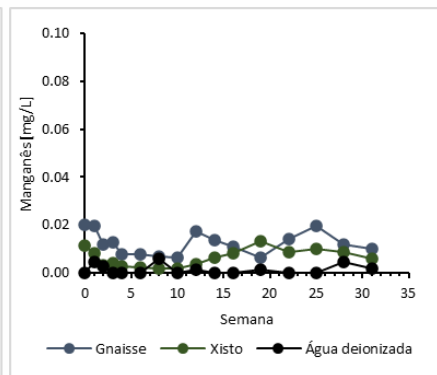
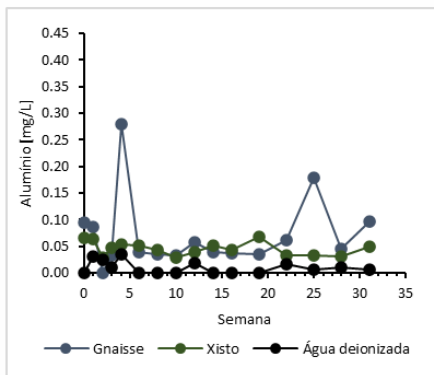
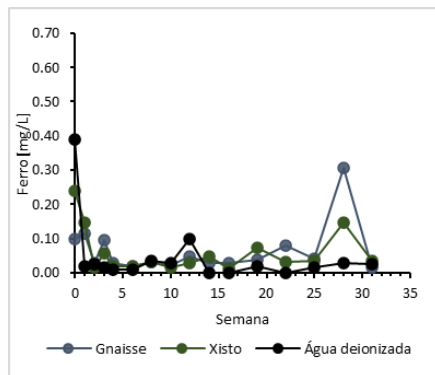
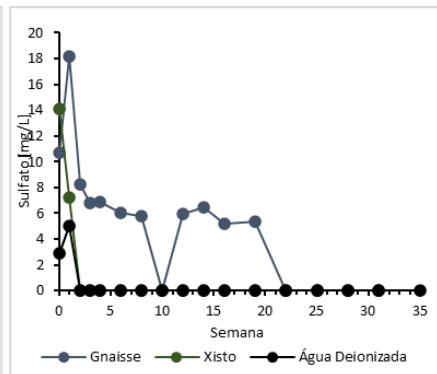
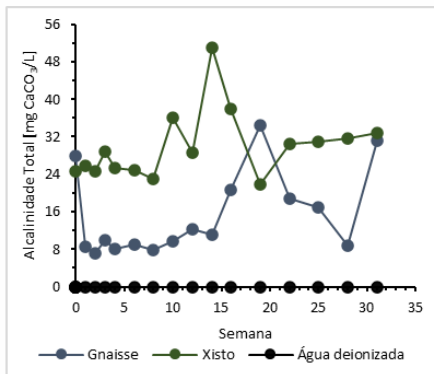
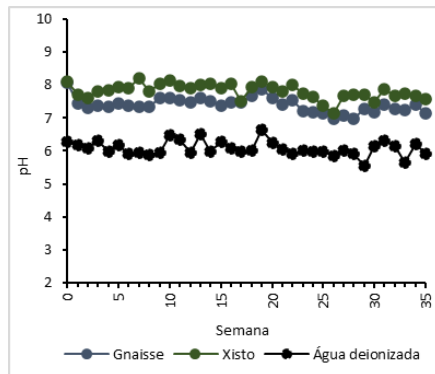
- Rejeito:





RESULTADOS

- Estéril:





CONCLUSÃO

- Os resultados obtidos para os ensaios cinéticos confirmam as hipóteses levantadas a partir da mineralogia, de que não há mobilização química significativa para os estéreis e rejeitos de minério de ferro em condições oxidantes.
 - Apenas uma pequena anomalia de sulfato (~8 mg/L por 20 semanas) em uma das amostras de estéreis.
- Isso para condições oxidantes!



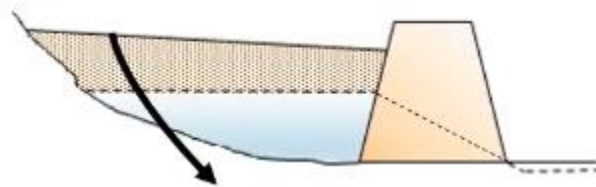
OBSERVAÇÕES

- Ensaio cinéticos estimulam a mobilização de íons em condições oxidantes;
 - Estimulam a mobilização de íons em material com sulfetos → oxidados no ensaio;
- Óxidos de Ferro (hematita) tendem a ser estáveis em condições oxidantes...
...mas sofrerem dissolução em condições redutoras (não são estimuladas no ensaio);
- A análise do potencial de liberação de íons de Fe e Mn dos rejeitos deve considerar, além dos resultados dos ensaios, o potencial de ocorrência de meio redutor nas estruturas.

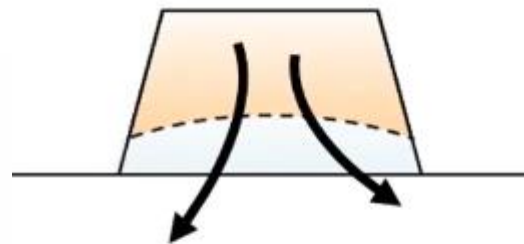


ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS

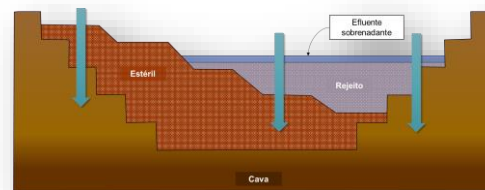
- Deposição em barragem **X** pilhas **X** cava;
- Rejeito hidráulico **X** rejeito filtrado;
- Composição dos estéreis;
- Deposição de rejeito apenas **X** rejeito + estéril **X** estéril apenas;
- Composição do substrato rochoso;
- Papel dos orgânicos;
- Posicionamento do NA;



Barragens de rejeito



Pilhas de estéril +/- rejeito



Deposição em cava



ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS

- Cruzamento dos resultados de ensaios com o monitoramento hidroquímico de estruturas existentes;