

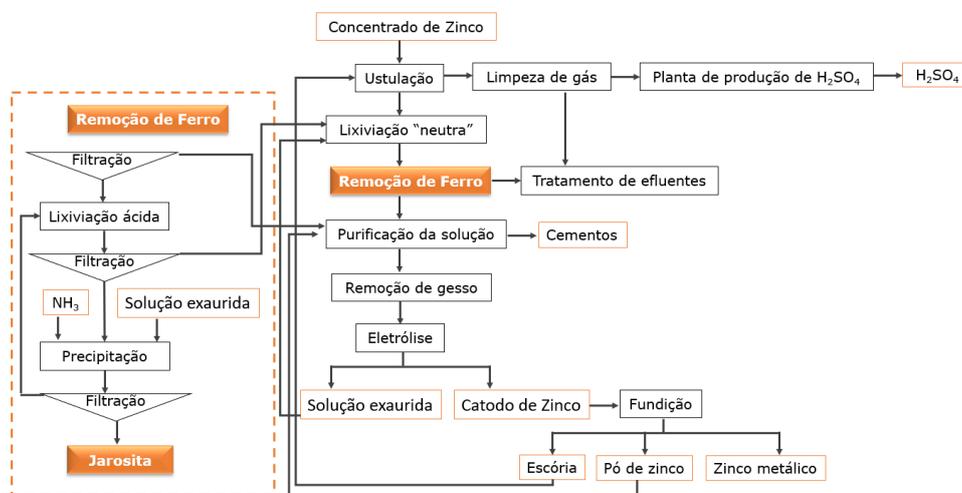
## 1. Introdução ao desafio

### a. Cenário atual

A Nexa é uma companhia mineiro-metalúrgica com foco na produção de zinco e cobre com mais de 60 anos de experiência e operações presentes no Brasil e Peru. Na Nexa há cinco minas polimetálicas, sendo três no Peru (Cerro Lindo, El Provenir e Atacocha) e duas no Brasil (Vazante e Morro Agudo). As operações são subterrâneas e a céu aberto e juntas produziram 313,1 mil toneladas de zinco em 2020. As refinarias da Nexa são três, sendo uma no Peru (Cajamarquilla) e duas no Brasil (Juiz de Fora e Três Marias). A produção de zinco em 2020 foi de 585,4 mil toneladas de zinco e óxido de zinco (Relatório anual 2020). Todas as operações são coerentes com a legislação local e somos comprometidos com a nossa estratégia que visa co-criar um legado positivo para a sociedade.

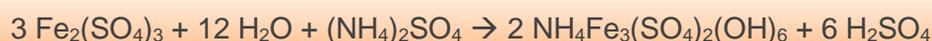
Como qualquer produção industrial, uma fração dos insumos não é aproveitada como produtos e este material é acumulado em depósitos até que se possa identificar alternativas técnica e economicamente viáveis. Além disto, buscamos constantemente reduzir não só a quantidade, mas também fazer com que estes apresentem mais estabilidade química e física. O principal resíduo metalúrgico produzido em nosso processo e foco deste desafio é denominado jarosita e, na refinaria de em Juiz de Fora, são gerados 8 mil m<sup>3</sup> mensais. (SEMAD, Juiz de Fora)

A rota RLE (Roasting-Leaching-Electrowinning) é responsável pela fabricação de aproximadamente 90% do zinco metálico produzido no mundo e é descrita pelo fluxograma da Figura 1. Observa-se o destaque à remoção do ferro através de um processo de precipitação da jarosita.



**Figura 1:** Fluxograma geral de produção eletrolítica do zinco e precipitação da jarosita - SINCLAIR, 2005 (Adaptado)

O processo de precipitação da jarosita é uma técnica amplamente utilizada que visa remover o ferro do licor proveniente da lixiviação, para que este elemento não traga problemas operacionais na eletrorecuperação. Nessa etapa de purificação, o ferro dissolvido na forma de ferritas é precipitado, formando cristais pertencentes ao grupo de compostos de jarosita e carregando outras impurezas. Ressalta-se a precipitação da amoniojarosita em meio sulfúrico, descrita pelo fluxograma acima e pela reação a seguir. Após esse processo, a jarosita é, usualmente, despejada em aterros apropriados e regulamentados, todavia esse manejo é de elevado custo, consome elevadas áreas e apresenta perigos ao ambiente.



Segundo Asokan et. al (2006), a jarosita é constituída majoritariamente de ferro e sua caracterização química é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização química da jarosita - ASOKAN et. al, 2006 (Adaptado)

Elemento	Fe	S	Zn	Ca	Al	Si	Pb	Mg	K	C	Mn
<b>Teor médio (%)</b>	23,66	12,23	8,24	4,84	3,61	3,40	1,90	1,10	0,62	0,16	0,20

As principais fases presentes na jarosita produzida por uma refinaria de zinco em Kosovo, segundo Kerolli-Mustafa e Ćurković (2016), são amoniojarosita ( $\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ), frankilita ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ), quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ), anidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), dentre outras. Adicionalmente, a análise granulométrica da jarosita, obtida por Gared e Gaur (2020), teve como resultados  $d_{10}$  de 1  $\mu\text{m}$ ,  $d_{50}$  de, aproximadamente, 4  $\mu\text{m}$  e  $d_{90}$  em torno de 100  $\mu\text{m}$ .

## b. Soluções anteriormente testadas

A Nexa Resources objetiva reduzir a quantidade de rejeitos gerados em suas operações, transformando-os em novos produtos. Nesse contexto, têm sido estudadas soluções nas quais este resíduo possa ser transformado em um subproduto. Um exemplo de solução aplicada foi o uso da jarosita para fabricação de granitos sintéticos. Esta solução trouxe bons resultados para o desafio, porém novas alternativas ainda são necessárias. É importante que a solução proposta neste programa seja capaz de tratar grande fração desse resíduo e, além disso, tenha um mercado capaz de absorver o produto que será gerado.

## 2. Objetivos

Desenvolver novas rotas de tratamento ou modelos de negócio para o uso da jarosita como matéria prima para o desenvolvimento de um novo produto.

### 3. Soluções esperadas

Ao desenvolver uma nova rota para o tratamento ou modelo de negócio para a jarosita é esperado que a solução escolhida:

- Seja escalável e consiga processar a maior quantidade de jarosita possível;
- Seja economicamente viável e possua mercado capaz de absorver o material gerado;
- Tenha como objetivo principal o tratamento da jarosita para uso como matéria prima em outro mercado ou a transformação em outro material que possa ser comercializado. A recuperação de metais ou zinco pode ser objetivo secundário do projeto.

### 4. Dificuldades e riscos envolvidos

Os pontos principais de atenção são listados abaixo, os quais podem representar desafios na implementação da tecnologia.

- Processos de mineração e metalurgia geram significativa quantidade de rejeitos. O produto a ser desenvolvido deve considerar o tamanho do mercado e seu comportamento (preços, segmentos de clientes, concorrentes), assim como a aceitação do produto.
- Caso a solução apresentada envolva um processo que gera resíduo, é necessário idealizar a destinação dele.

### 5. Contato

mininglab@nexaresources.com

### 6. Referências

Gared, O., & Gaur, A., 2020. Feasibility study of Jarosite as cement replacement in rigid pavement. *Materials Today: Proceedings*.

Kerolli-Mustafa, M., Ćurković, L., 2016. Analyzing the characteristics and application potentials of jarosite waste in Kosovo. *Global NEST Journal* 18 (1), 89–97.

Pappu, A., Saxena, M., & Asolekar, S. R., 2006. Jarosite characteristics and its utilization potentials. *Science of The Total Environment*, 359(1-3), 232–243.

Sinclair, R.J. "The Extractive Metallurgy of Zinc". The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Level 3, 15 – 31 Pelham Street, Carlton Victoria 3053, Australia, 2005.

Relatório Anual 2020 – Nexa Recursos Minerais. Disponível em: <<https://www.nexareport.com/2020/>>. Acesso em abril de 2021.

Licença Prévia e de Instalação – Barragem de contenção de resíduos/rejeitos, unidade de Juiz de Fora, 2017– Nexa Recursos Minerais. Disponível em: <[http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/uploads/jvFBEYbZWXwpBhXFjQpP\\_oqvjXcuqPyzh.pdf](http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/uploads/jvFBEYbZWXwpBhXFjQpP_oqvjXcuqPyzh.pdf)>. Acesso em abril de 2021.