

Texto do desafio - Tratamento de efluente industrial

A Nexa é uma empresa que atua na produção de zinco, desde a prospecção mineral à produção do zinco metálico. Suas unidades estão localizadas no Brasil e no Peru e são divididas entre minas e *smelters* (refinarias). Nas refinarias, ocorre o recebimento de minério e outras matérias primas que são utilizadas para produção do zinco metálico e seus derivados. Durante esta etapa há um grande consumo de água que é necessário para alimentar os processos hidrometalúrgicos e para a lavagem de pátios e equipamentos.

O processo hidrometalúrgico utiliza ácido-sulfúrico como principal insumo de processo para promover a lixiviação do minério. Em função do seu uso é comum a presença de sulfatos e metais nos tanques, pátios e outros locais da planta. Quando ocorre a lavagem dos equipamentos e estruturas, o efluente final da Nexa absorve os íons gerados e necessita ser tratado para que possa ser reutilizado e/ou devolvido aos cursos d'água.

Atualmente o processo de tratamento de efluentes praticado pela Nexa conta com quatro etapas:

Etapa (i): No efluente que possui pH inicial entre 3 e 4, ocorre adição de leite de cal com o intuito de elevar este pH para 7. Nesta condição ocorre a precipitação do zinco. Há então uma etapa de adensamento dos sólidos da solução e a polpa rica em zinco precipitado é direcionada à hidrometalurgia para sua recuperação. O *overflow* (fração líquida) do espessador é direcionado à etapa (ii);

Etapa (ii): onde o pH é ajustado para 9 utilizando mais leite de cal. Além disso, é adicionado sulfeto de sódio (Na_2S) para precipitação de metais. Nestas condições, ocorre a precipitação de gesso dihidratado (formado pela reação do cálcio com o sulfato disponível na solução), além de precipitação de hidróxidos, sulfetos e sulfatos de Mn, Mg, Cd, Pb e outros. Nesta etapa também há um espessador. A fração mais rica em sólidos é direcionada para o repolpamento com outros resíduos da unidade para ser disposta. O *overflow* é direcionado para a etapa (iii);

Etapa (iii): momento em que ocorre a decantação da pequena quantidade de sólidos remanescentes no efluente;

Etapa (iv): local no qual o pH do efluente é neutralizado para sua correta destinação.

A Figura 1 apresenta o fluxo atual da unidade descrito acima.

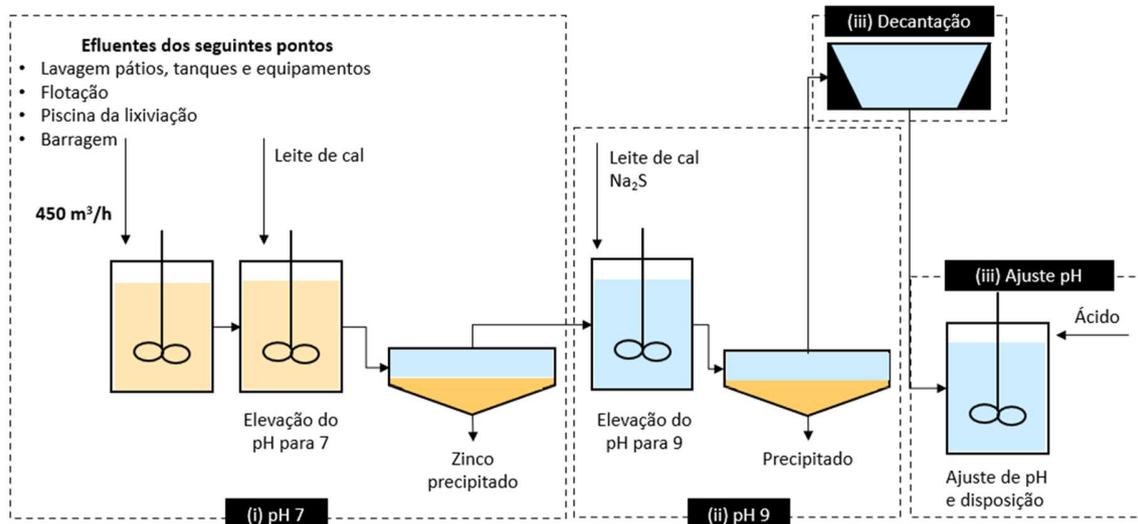


Figura 1: fluxograma simplificado do processo de tratamento de efluentes das refinarias da Nexa

Alinhado com suas práticas ESG, a Nexa tem buscado soluções que minimizem a captação de água em suas unidades e/ou aumentem a recirculação no processo. Para que isso seja possível é necessário a redução da quantidade de íons cálcio, magnésio e sulfato no efluente tratado. Assim sendo são bem-vindas no programa soluções que:

- (i) modifiquem a classificação do efluente de “água dura” para “água moderadamente dura”. Onde os valores de concentração de cálcio e magnésio a serem atingidas são menores que 150 mg/L. O objetivo é gerar um efluente que pode ser recirculado minimizando problemas de incrustação em tubos; **OU**
- (ii) reduzam a quantidade de sulfato do efluente ao final do atual processo para 250 mg/L.

Este é o desafio do MLB 2023! **Buscamos por soluções que possam atuar no tratamento do efluente de forma a reduzir os teores de cálcio, magnésio e sulfato permitindo assim a sua recirculação no processo ou redução na quantidade de sulfato ao final do processo.** Sabe-se que ao remover as impurezas será necessário um processo de separação sólido/líquido e que esta fração sólida necessita de uma correta disposição. Ao propor uma solução para o nosso desafio é importante considerar esta fração gerada e seus possíveis destinos.

Seguem abaixo dois trabalhos publicados em congresso que atuaram com o tratamento do efluente da barragem na unidade de Três Marias. O efluente lá disposto possui características físico-químicas muito semelhantes ao objeto deste desafio. Assim sendo, recomendamos que utilize estas referências para propor uma solução.

Informações Importantes:

- A rota de tratamento apresentada acima é comum nas três refinarias da Nexa (Juiz de Fora (MG), Três Marias (MG) e Cajamarquilla (PE));
- O volume médio de geração de efluente a ser considerado é de 450 m³/h;
- **O objetivo é chegar a uma concentração de íons que permita a recirculação da água do processo;**
- O efluente se encontra em temperatura ambiente;
- É importante que a solução seja técnica e economicamente viável para tratar os 450 m³/h gerados.
- **A solução proposta deve levar à redução/remoção:**
 - **da concentração dos teores de cálcio e magnésio que ocorrem atualmente na unidade (considerar característica da solução do efluente dos artigos) para valores inferiores a 150 mg/L;**
 - **do sulfato do efluente (concentração inicial de sulfato [SO₄²⁻] a ser considerada de 8 g/L, pH 7, temperatura ambiente, 450 m³/h) até uma concentração final de 250 mg/L.**

Referência 1:

<https://abmproceedings.com.br/en/article/download-pdf/remocao-de-sulfatos-presente-em-efluente-da-votorantim-metais-zinco-unidade-tres-marias>

Referência 2:

https://www.artigos.entmme.org/download/2011/tratamento_efluentes_e_reciclagem_ii/2279%20-%20P.S.%20Pina_A.%20D.%20de%20Souza_E.%20S.%20Rutkowski_J.%20A.%20de%20Magalh%C3%A3es%20-%20AVALIA%C3%87%C3%83O%20DE%20TECNOLOGIAS%20PARA%20REMO%C3%87%C3%83O%20DE%20SULFATO%20PRESENTE%20EM%20EFLUENTE%20DA%20VOTORANTIM%20METAIS%20ZINCO%20TR%C3%8AS%20MARIAS.pdf

Referência 3:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MAPO-7RLKHH/1/caroline_bitencout.pdf