



MINING  
**LAB**  
BEGINNINGS

5ª edição

### Detalhamento do Desafio

Construir uma mineração cada dia mais sustentável é uma aspiração estratégica da Nexa e uma das formas de alcançar esse objetivo é por meio dos projetos de Economia Circular, como o processo Waelz para reciclagem de Zinco, a comercialização de estéril de Ambrósia.

Para o desafio da 5ª edição do Mining Lab Beginnings, busca-se uma solução para o material denominado Agregado Waelz, gerado em uma de nossas refinarias brasileiras. O foco nesta unidade é a recuperação de zinco de matérias-primas secundárias, como pilhas e poeira de aciaria elétrica (PAE).

De forma resumida, as matérias-primas alternativas são recebidas na unidade e misturadas. Em seguida, esse material é inserido no forno rotativo Waelz, juntamente com coque. No interior do forno, os materiais sólidos seguem em contracorrente com o fluxo gasoso proveniente da queima de gás, que, devido à atmosfera redutora, promove a redução do zinco e sua posterior volatilização, a qual ocorre em função da elevada temperatura. O material que deixa o forno na fração sólida (escória) é o Agregado Waelz. Já o produto do processo é retirado na fração gasosa e, após ser oxidado em contato com ar, forma um material particulado rico em zinco, que é chamado de óxido Waelz. Após ser recuperado, o óxido Waelz continua o processamento para produção de zinco metálico e suas ligas. A figura 1 apresenta o fluxograma resumido do processo e a Figura 2, por sua vez, apresenta um esquema da operação do forno Waelz.

Figura 1. Fluxograma resumido do processo.

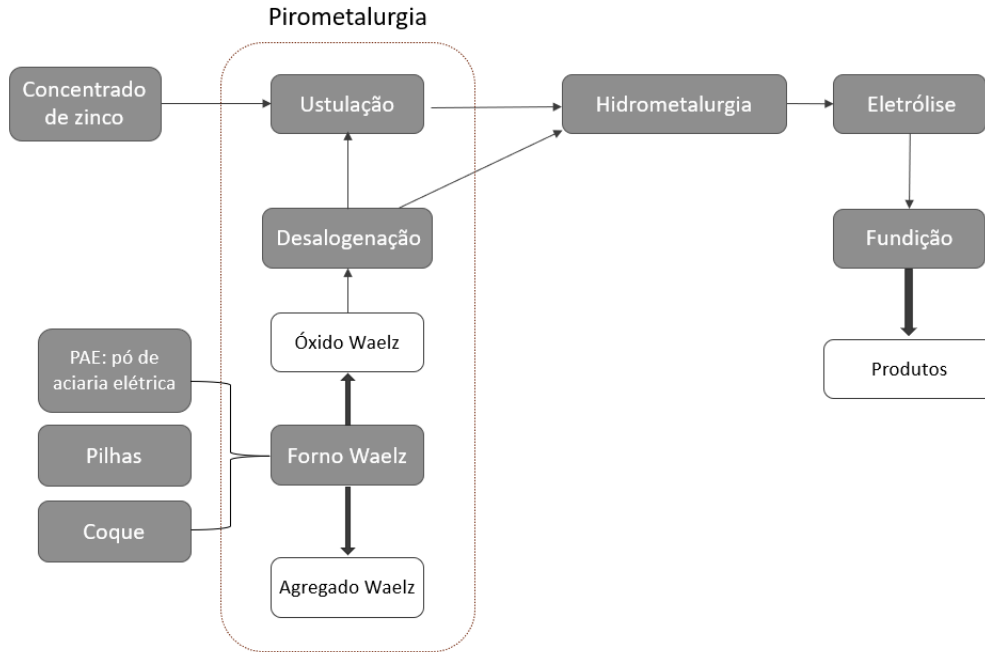
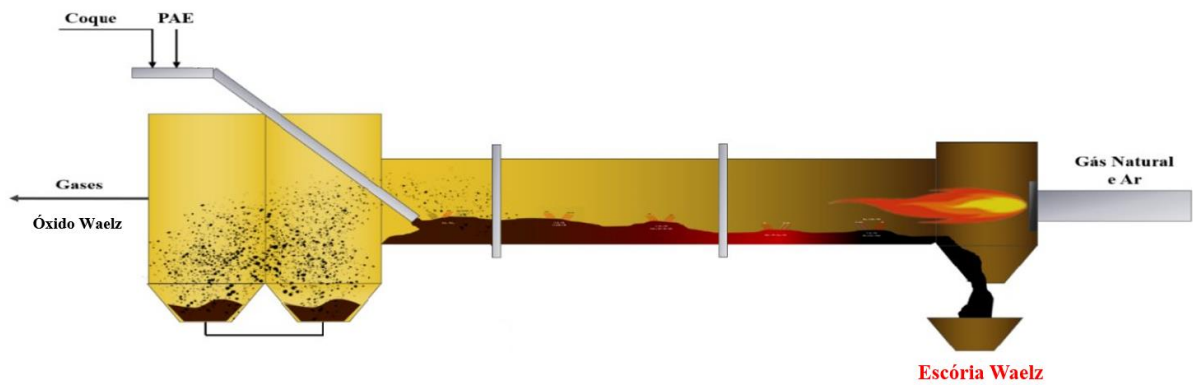


Figura 2. Forno rotativo Waelz



Na unidade, são geradas 40 kt por ano de agregado Waelz, o qual consiste em um sólido de baixa umidade. As tabelas 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, a composição mineralógica, a composição química e a análise granulométrica do material. Ressalta-se que a granulometria desse sólido é complexa, podendo apresentar frações mais grosseiras do que a faixa granulométrica apresentada na tabela, dado que a tabela consiste em dados gerados a partir de uma amostra classificada em escala laboratorial a qual não poderia ser realizada com material

muito grosseiro, em função da capacidade das peneiras. Além disso, dada a variabilidade do material, os teores das composições também são aproximados.

Tabela 1. Composição mineralógica do Agregado Waelz

| <b>Elemento</b>   | <b>Teor (% m/m)</b> |
|---|---------------------|
| Fe  | 26,3                |
| CaMgSiO <sub>4</sub>  | 22,2                |
| Fe <sub>5</sub> ,4SiO,64O <sub>8</sub>                                | 16,1                |
| Mn <sub>5</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>    | 5,4                 |
| MgCaSiO <sub>6</sub>  | 4,9                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> e FeO | 4,9                 |
| CaFeSiO <sub>4</sub>  | 4,8                 |
| CaMn(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                   | 3,9                 |
| Haletos   | 0,5                 |
| Outros  | 10,9                |

Tabela 2. Composição química do Agregado Waelz

| <b>Elemento</b>                | <b>Teor (% m/m)</b> |
|--------------------------------|---------------------|
| Zn                             | 2,02                |
| Pb                             | 0,01                |
| Fe                             | 54,51               |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,61                |
| Mn                             | 3,09                |
| CaO                            | 9,64                |
| MgO                            | 5,26                |
| Cl                             | 516,71 (ppm)        |

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>          | 7,11          |
| Cd (extrato solubilizado) | <0,001 (mg/L) |

Tabela 3. Análise granulométrica do Agregado Waelz.

| % Passante Acumulado | Diâmetro (µm) |
|----------------------|---------------|
| D10                  | 2,69          |
| D50                  | 25,94         |
| D90                  | 183,4         |

Assim, alinhado com os objetivos ambientais, sociais e de governança (ESG), o desafio consiste no desenvolvimento de aplicações comerciais/industriais para este material.

**Dificuldades e riscos envolvidos:**

- Material de elevada dureza e alta densidade (2,5 t/m<sup>3</sup>);
- Curva granulométrica com grande variação (desde pós a pedra de mão);
- Material ainda possui zinco residual – até 3%;
- Fases complexas e amorfas.

**Abordagens possíveis:**

A Nexa tem procurado soluções para a comercialização do agregado Waelz no âmbito da economia circular. Algumas soluções foram exploradas de forma preliminar e podem servir como ponto de partida para novas ideias ou otimização, sendo elas:

- Venda direta para indústrias siderúrgicas (uso em alto forno) – há um desafio tanto de composição química, quanto das fases de ferro presentes e de granulometria, o que dificulta a venda direta;
- Aplicação do material como agregado para estradas – necessário ainda desenvolver testes e certificações para este uso do material, além de desenvolver uma cadeia de oportunidades;

- Venda direta para uso em aciaria elétrica – material contém fases metálicas e fases que podem atuar como fundentes. Necessário ainda desenvolver testes.

Salienta-se que o desafio em questão não se limita à melhora das rotas expostas. Encorajamos propostas que ampliem, aperfeiçoem ou sigam caminhos completamente diferentes, trazendo novas perspectivas e inovações para esse material.