cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Concentração de metais estratégicos de smartphones por formação de liga com redução de insumos

Marcelo Pilotto Cenci[1]; Lucas Machado Notargiacomo[1]; Hugo Marcelo Veit[1]
1.LACOR – Departamento de Materiais - UFRGS

Introdução

No processamento de resíduos eletroeletrônicos (incluindo smartphones), a indústria brasileira apenas recupera metais base e envia as partes mais valiosas para refino no exterior (Dias et al. 2022). A valorização desses resíduos nacionalmente é especialmente relevante para metais com alto valor economico e estratégico, como terras raras e preciosos. Este trabalho propõe a utilização da formação de liga para extração e concentração de metais preciosos de smartphones, após processamento térmico (pirólise) e mecânico prévio para separação de componentes.

Objetivos

- Aproveitar a composição dos smartphones como parte do material fundente necessário para o processo de formação de liga.
- Realizar o processo de formação de liga utilizando o cobre como matriz coletora dos metais preciosos.
- Analisar elementos da liga formada e da escória para determiner eficiencia do processo.

Metodologia

- Caracterização do material de entrada, por FRX, que podem servir como fundentes. Materiais e composição provenientes de Cenci et al. (2024) e Cenci et. al (2025).
- Simulação termodinâmica (FactSage) para escolha das condições de processo.
- Mistura de fundentes e processo de formação de liga em forno de indução com cadinho de grafite.
- Analise dos produtos gerados por ICP-OES, verificando a distribuição dos materiais preciosos e cobre.



Figura 2. Processo em forno de indução

Resultados e Discussão

A composição incial dos smartphones (entrada do processo de formação de liga) foi determinada por FRX como: 27,9% C, 12,2% SiO_2, 8,9% Al, 1,6% CaO, 0,8% MgO e 13,3% Cu. Dessa maneira, SiO_2, Al_2O_3, CaO e MgO são selecionados como fundentes. A proporção dos fundentes e a temperatura (1326 °C) foram determinados por simulação (Figura 1), com adição extra de cobre para a matriz.

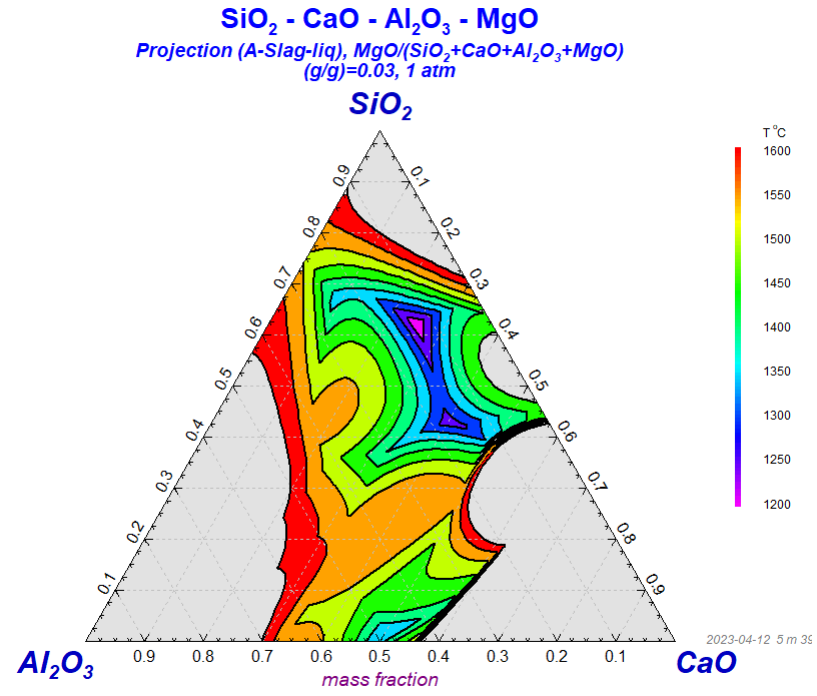


Figura 1. Simulação dos fundentes em software FactSage

Ao final, 99,7 % do Cu, 100 % do Au, 100 % da Ag e 100 % do Pd foram concentrados na liga metálica. O processo de formação de liga e os produtos resultantes são ilustrados na Figura 2 e 3, respectivamente.

Conclusões

O trabalho obteve exito na extração e concentração dos metais preciosos e cobre, com os metais relevantes presents na liga formada. As condições de processo (temperatura, fundentes e escória) foram adequadas a processos produtivos reais.



Figura 3. Produtos gerados (escória e liga)

Referências e Agradecimentos

CENCI, Marcelo Pilotto et al. Segregation of Batteries from Pyrolyzed Entire Smartphones by Means of Density Separation. Waste and Biomass Valorization. V. 16, p. 131-140, 2025.

CENCI, Marcelo Pilotto et al. Assessment of smartphones' components and materials for a recycling perspective: tendencies of composition and target elements. Journal of Materials Cycles and Waste Management V. 26, p. 1379-1373, 2024.

DIAS, Pablo Ribeiro et al. Electronic waste in Brazil: Generation, collection, recycling and the covid pandemic. Cleaner Waste Systems. 100022, 2022.