



Avaliação do perfil de aquecimento de partículas de minério de ferro em contato com micro-ondas

Leonardo Martins da Silva¹; Matheus Ferreira Lugão²; Jamilly Sterfany Gomes da Silva²; Karla Gabriely Dias da Silva Lessa². Layane Helena Ribeiro Barreto²; Giulio Antunes de Medeiros¹; José Adilson de Castro¹.

¹Universidade Federal Fluminense, Programa de pós-graduação em engenharia metalúrgica (PPGEM); ²Colégio Estadual Piauí Brasil – França, Turma 3001.

Palavras-chave: *Pré-tratamento de minério; micro-ondas; remoção de fósforo.*

INTRODUÇÃO

A demanda por minério de ferro em todo o mundo vem aumentando continuamente, implicando assim no aumento do volume de mineração em que ocorre a geração de minérios com baixa concentração de ferro e maiores impurezas¹. Visando o aumento do teor de ferro em minério empobrecido, tem sido empregadas tecnologias de concentração possibilitando-se minerar jazidas com menores teores de ferro e maiores contaminantes, dentre eles o fósforo². Porém o teor de fósforo tem um impacto significativo nos processos de obtenção do aço. Sendo assim, uma alternativa para redução do teor do elemento fósforo em minérios contaminados é a realização de um pré-tratamento visando atingir o limite de fósforo aceitável no minério de ferro antes da sua utilização na produção de aço.

O aquecimento de partículas de minério de ferro utilizando energia de micro-ondas tem se mostrado eficaz devido as diferentes interações entre os minerais presentes na ganga e o campo magnético gerado pelas micro-ondas trazendo assim benefícios para a cinética da remoção de fósforo². Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação das características de absorção de energia de micro-ondas e seus efeitos sobre a redução de fósforo em partículas de minério de ferro.

METODOLOGIA

A difratometria de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) foram realizados para a caracterização das amostras tratadas com a energia de micro-ondas. As frações obtidas foram submetidas em forma de pó. As análises de difratometria de raios X utilizaram o método de Ritveld, este tem por base a simulação de todo um perfil difratométrico partindo de parâmetros estruturais das fases componentes, permitindo desta maneira que informações quantitativas das fases minerais possam ser extraídas dos difratogramas. Este método também considera a sobreposição dos picos de todas as fases presentes e as contribuições do ruído de fundo (background). As principais fases identificadas através do método de difratometria de raios X foram a hematita, quartzo e goetita devido à ausência de compostos apatíticos e aluminosilicatados. A análise química foi realizada utilizando o método de espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado realizado no CETEM.

Utilizando a Equação (1), é possível calcular a quantidade de energia absorvida por uma dada massa de minério de ferro durante o tempo de contato com a energia de micro-ondas. Os valores de temperatura foram capturados utilizando uma câmera térmica FLIR. As amostras utilizadas possuíam 25 g e uma granulometria inferior a 0,354 mm.

$$T = T_0 + \frac{q}{m c_p} \Delta t \quad \text{Equação (1)}$$

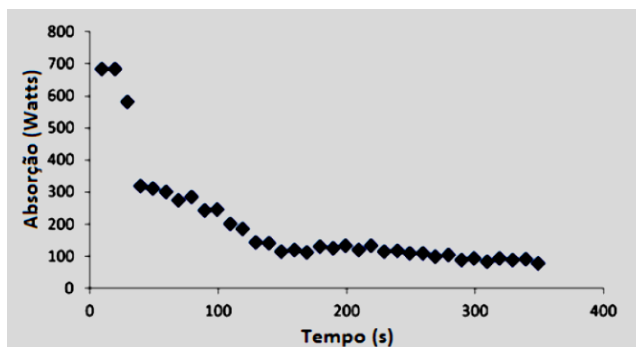
O modelo de absorção de energia de micro-ondas, representado pela Equação (1) necessita do conhecimento do valor de C_p do minério de ferro, do valor da massa utilizada bem como o valor da variação de temperatura em função do tempo. Neste estudo, assumiram-se os valores de C_p de tabelas termodinâmicas apresentadas na literatura² e mediu-se as variações de temperatura ao longo do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a variação da energia absorvida através da amostra de 25 g de minério de ferro em função do tempo.



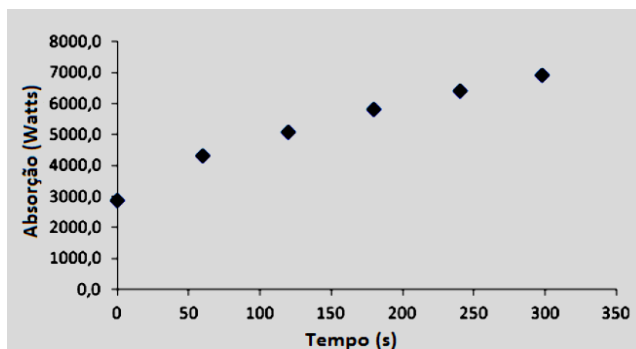
Figura 1 – Variação da energia absorvida através da amostra de 25 g de minério de ferro em função do tempo.



Fonte: Autor (2023).

Segundo Haque *et al.*³, a diminuição de absorção de micro-ondas na amostra de minério de ferro é explicada pela ocorrência da perda de propriedades magnéticas em moléculas de hematita e posterior liberação de energia pelo rearranjo dos elétrons na camada eletrônica dos átomos de ferro. Estes também mostraram que a susceptibilidade magnética da amostra de magnetita diminui após elevado tempo de tratamento. Este efeito pode ser causado pela oxidação da magnetita para hematita da amostra. Ainda, em um curto intervalo de tempo de radiação, a temperatura da amostra de minério de ferro atingiu valores entre 300 e 400 °C. Provavelmente, nessa faixa de temperatura, a magnetita ainda não foi oxidada, todavia com o aumento do tempo de irradiação a temperatura da magnetita alcançou valores superiores a 5000 °C e a absorção magnética começou a decrescer. Pode-se observar na Figura 2 a variação na energia absorvida através da amostra de 25 g de minério de ferro ao longo do experimento.

Figura 2 – Estimativa da absorção de micro-ondas pela massa de 25 g de minério de ferro ao longo do tempo.



Fonte: Autor (2023).

Na Figura 2 é observada a absorção de energia de micro-ondas na amostra de minério de ferro. Foi observada a ocorrência da absorção total de 7000W de energia de micro-ondas durante o intervalo de tempo de exposição de 360s com a energia de micro-ondas.

CONCLUSÕES

Os resultados indicaram uma perda da capacidade de absorção de energia de micro-ondas conforme a temperatura da amostra aumenta. Ainda assim, indo de encontro com as vantagens desse tipo de aquecimento ficou demonstrado a possibilidade da utilização de energia de micro-ondas para redução do teor de fósforo em amostras de minério de ferro, com possíveis aplicações industriais a serem estudadas em trabalhos futuros.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FAPERJ por concessão de financiamento parcial.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, L. M. **Avaliação da rota bio termo hidrometalúrgica para redução do teor de fósforo no minério de ferro**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade Engenharia metalúrgica, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015.
- [2] GOODEN J. E. A., WALKER W. M., ALLEN R. J. A. Chemical process for dephosphorisation of iron ore, **Proceedings of National hemical Engineering** Conference, Queensland, p. 2133. 1979.
- [3] HAQUE K. E. *et al.* Microwave reactivation of CIP spent carbon. **Proceedings of 25th Annual meeting of the Canadian Mineral Processors**, Ottawa, Ontario, p. 28. 1993.