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

# Tratamento térmico da carepa de laminação de aço para obtenção de magnetita como material alternativo

Luana Milak Furmanski[1]; Nikelli Rabelo[1]; Ângela Beatriz Coelho Arnt[1]; Michael Peterson[1]
1.Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC

## Introdução

Na presente pesquisa, um resíduo da indústria metalúrgica, mais especificamente a carepa de laminação de aço, foi submetido ao tratamento térmico visando otimizar sua potencialidade como um material alternativo, de alto valor agregado e de ampla aplicação, que é o caso da magnetita. O tratamento proposto consiste num processo de reciclagem deste resíduo. A carepa é oriunda da oxidação de tarugo ou placa de aço, sendo constituída por óxidos, basicamente de ferro. O teor de óxidos de ferro é de 97 %, nas formas de wustita (FeO), magnetita ($Fe_3O_4$) e hematita ($Fe_2O_3$), sendo cerca de 67 % de ferro elementar.

## Objetivo

Realizar tratamento térmico na carepa em atmosfera inerte a fim de definir qual situação mais favorece a obtenção de magnetita.

## Metodologia

A amostra representativa de carepa foi submetida a etapas de secagem e moagem. A caracterização da amostra se deu por difração e fluorescência de raios X (DRX e FRX), espectrofotometria de absorção atômica, espectroscopia por Mössbauer e quantificação também por Rietveld.

As condições do tratamento térmico da carepa foram predeterminadas em função do diagrama Fe-O. Para o desenvolvimento experimental da pesquisa em questão foi realizado um planejamento estatístico fatorial utilizando-se dois fatores, a temperatura e o tempo de patamar; e, como variáveis resposta, tem-se a quantificação das fases cristalinas majoritárias (magnetita e wustita) por meio das técnicas de Rietveld e de espectroscopia por Mössbauer.

## Resultados e Discussão

Tabela 1. Quantificação das fases presentes

| Fase | Teor (%) | |
|---|---|---|
| | Rietveld | Mössbauer |
| FeO | 67 | 71 |
| $Fe_3O_4$ | 30 | 27 |
| $Fe_2O_3$ | 2 | 0 |



Figura 1. Carepa de laminação de aço

Tabela 2. Quantificação das fases presentes na carepa após planejamento experimental referente ao tratamento térmico

| Condição | $Fe_3O_4$ | | $Fe_2O_3$ | | FeO | | Fe | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | R | M | R | M | R | M | R |
| 400 ºC / 60 min | 72 | 68 | 0 | 6 | 22 | 19 | 10 | 6 |
| 400 ºC / 120 min | 77 | 81 | 0 | 3 | 17 | 13 | 5 | 3 |
| 400 ºC / 180 min | 80 | 86 | 0 | 0 | 16 | 11 | 4 | 3 |
| 500 ºC / 60 min | 78 | 82 | 0 | 0 | 16 | 13 | 6 | 6 |
| 500 ºC / 60 min | 76 | 79 | 0 | 0 | 17 | 14 | 7 | 7 |
| 500 ºC / 120 min | 82 | 89 | 0 | 0 | 13 | 9 | 6 | 2 |
| 500 ºC / 120 min | 79 | 83 | 0 | 0 | 13 | 11 | 8 | 6 |
| 500 ºC / 180 min | 79 | 83 | 0 | 0 | 13 | 10 | 8 | 8 |
| 500 ºC / 180 min | 82 | 86 | 0 | 0 | 12 | 9 | 6 | 6 |
| 600 ºC / 60 min | 69 | 76 | 0 | 0 | 27 | 21 | 4 | 2 |
| 600 ºC / 120 min | 65 | 65 | 0 | 0 | 30 | 30 | 5 | 4 |
| 600 ºC / 180 min | 72 | 74 | 0 | 0 | 25 | 24 | 3 | 3 |

M: Espectroscopia Mössbauer; R: Método de Rietveld

## Conclusão

Ao submeter a carepa ao tratamento térmico em atmosfera redutora, chega-se a um material alternativo rico em magnetita, a qual pode ser facilmente separada pelo método de desferrização e, em seguida, amplamente empregada em diversos setores visto seu alto grau de aplicabilidade.

## Referências e Agradecimentos

LEITE, W. F. **Dissolução de óxidos formados a altas temperaturas nos aços elétricos variando-se a temperatura e concentração da solução ácida na decapagem**. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MARTINS, F. M. **Caracterização química e mineralógica de resíduos sólidos industriais minerais do estado do Paraná**. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

REIS, W. L. da C. **Otimização da reciclagem de resíduos siderúrgicos por redução carbotérmica**. 2008. 147 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais (PPGCEM) da UNESC, ao Laboratório de Reatores e Processos Industriais (LabRePI) e ao Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PROSUC/CAPES).