

Microestrutura de escórias de refino secundário do sistema CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂

Sabrina Santi, Vinicius Cardoso da Rocha, Julio Aníbal Morales Pereira, Wagner Viana Bielefeldt e Antônio Cezar Faria Vilela

1. Introdução

A busca por aços mais nobres, isto é, com o menor número de inclusões não metálicas, cresceu com o avanço da tecnologia. Inclusões não metálicas são fases difundidas na matriz do aço e sua presença pode influenciar tanto na fabricação quanto no produto final [1]. Uma das maneiras de remoção dessas inclusões é pela absorção da escória, durante o processamento do aço líquido na aciaria. Sobre este tópico, ainda é necessário mais estudo, com aprofundamento, sobre o comportamento das escórias quanto a absorção de inclusões.

A escória é uma fase constituída principalmente de óxidos, silicatos, aluminatos, fosfatos e aparece como coproduto do aço e o sobrenada devido à diferença de densidade entre as fases. A escória possui propriedades importantes durante o tratamento do aço líquido, entre elas, pode-se citar a viscosidade e composição química [1,2].

O sistema de escória quaternário CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ é largamente utilizado, já que possui alta compatibilidade com o refratário utilizado no refino secundário e assim evita sua erosão [3]. Preferencialmente, este sistema é aplicado quando presente em uma região líquida de um diagrama de fases, tendo em vista que as reações de interação entre escória e aço são favorecidas [4]. Entretanto, alguns diagramas encontrados na literatura contém regiões incertas quando às fases obtidas experimentalmente [4]. Dessa forma, é importante realizar experimentos e estudos focados na análise das fases de escórias.

2. Objetivos

Verificar as microestruturas formadas das escórias fundidas do sistema CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ (CMSA) após resfriamento rápido em nitrogênio líquido.

3. Metodologia

As amostras passaram pelos seguintes processos:

1. Preparo com pós de óxidos puros (99%) CaO, MgO, Al₂O₃ e SiO₂, pesagem e homogeneização através de um misturador.
2. Fusão em forno elétrico resistivo na temperatura de 1650°C. nessa temperatura, foram mantidas por 90 minutos para homogeneização térmica.
3. Resfriamento com nitrogênio líquido (-195,8°C).
4. Foram embutidas e aplicadas em lixas com granulometrias de 200 a 1200 (em água para lubrificação).

Para visualização e análise das estruturas utilizou-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) acoplado com uma sonda EDS. A composição química das escórias foi determinada por fluorescência de raios-X (FRX).

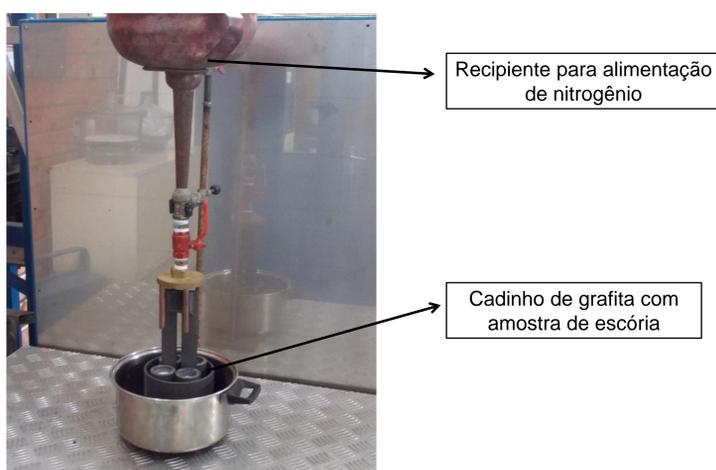


Figura 1 - Configuração experimental utilizada no resfriamento das escórias.

5. Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta a comparação das composições químicas das escórias objetivadas e as obtidas após fusão, via técnica de fluorescência de raios-X.

	Composições alvo de escórias					Composições de escórias obtidas				
	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	BAS	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	BAS
	%massa									
A1	5	20	50,00	25,00	2,00	5,96	22,29	47,27	24,14	1,96
A2	7	20	48,67	24,33	2,00	7,89	23,42	46,77	21,40	2,19
A3	15	20	43,33	21,67	2,00	14,92	23,35	43,03	18,44	2,33
A4	20	20	40,00	20,00	2,00	23,41	20,74	39,77	16,01	2,48

Tabela 1. Análise química das escórias estudadas.

Nota-se que houve uma pequena variação dos valores calculados com os medidos, ficando as escórias com composição química bem próxima à composição alvo. Nas figuras 2 e 3 são apresentados os aspectos macroscópicos das escórias e na figura 4 (4a, 4b e 4c) apresentam-se os aspectos microscópicos das amostras que foram obtidos através do microscópio eletrônico de varredura (MEV).



Figura 2 – Após fundida a amostra 1 (A1) resultou em pó



Figura 3 – Amostras 2, 3 e 4 respectivamente (A2, A3 e A4)

Na figura 4 se pode ver a microestrutura das amostras sólidas, Figura 3, e sua localização no diagrama de fases.

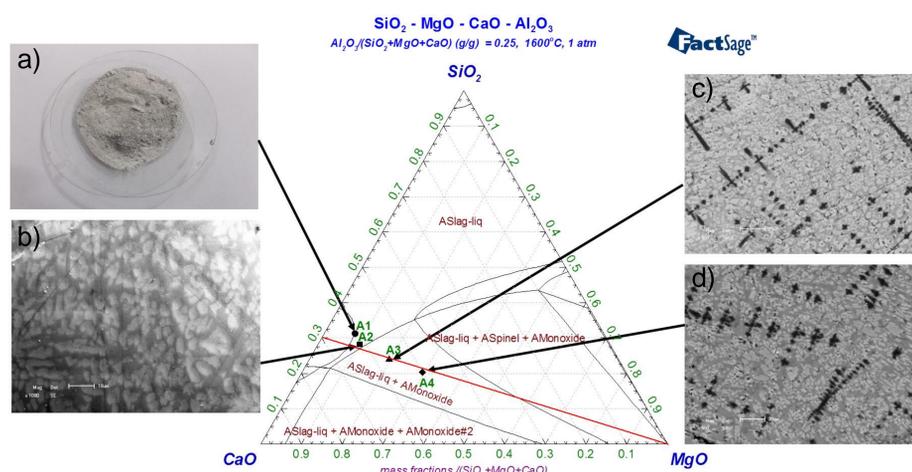


Figura 4 – Microestruturas das amostras (a) A1, (b) A2, (c) A3 e (d) A4.

A amostra A1 foi a única que se apresentou como escória fina (em pó). Este produto é denominado 2CaO.SiO₂ o que está coerente com sua localização bem próxima da região sólida do diagrama ternário. Confirmadas as fases na figura 4 se pode ver que ocorre a formação de uma fase escura na medida que se satura as amostras em MgO (figuras 4c e 4d). Conforme as Figuras 4b, 4c e 4d não há formação de grandes particulados da fase mais escura (fase sólida), já que as amostras foram resfriadas com nitrogênio líquido e, assim, não houve tempo para a formação de particulados grandes. O contrário pode ser observado em trabalhos anteriores [5] nos quais as escórias foram resfriadas dentro do forno, lentamente, e por isso tiveram mais tempo de formar particulados maiores dessa fase (MgO).

6. Conclusões

- A configuração experimental se mostrou adequada a obtenção das fases das escórias com os diagramas ternários existentes na literatura.
- A medida que se aumenta o teor de MgO nas escórias estudadas torna-se mais perceptível a presença de regiões escuras nas imagens de microscópio.

Referências

1. BARTOSIAKI, B.G. *et al*; Characterization and Study of the formation, treatment and removal of non-metallic inclusions in SAE 52100 Steel. 19th IAS Steel Conference, Rosário, 2013.
2. REIS, B.H. *et al*; Absorption of non-metallic inclusions by steelmaking slags—a review. Elsevier Editora Ltda, p. 179-185, 2014.
3. GRAN, J. *et al*; Experimental determination of the liquidus in the high basicity region in the Al₂O₃(30 mass%)-CaO-MgO-SiO₂ system. Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry 35, p. 249-254 2011.
4. DAHL, F. *et al*; Characterization of Melting of Some Slags in the Al₂O₃-CaO-MgO-SiO₂ Quaternary System. ISIJ International, Vol. 46, No. 4, pp. 614-616, 2006.
5. WINCK, L.B. *et al*; Análise de fases de amostras de escórias siderúrgicas do sistema CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂. 70º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 15º ENEMET, Rio de Janeiro, RJ, 215.