

## **CONTROLE DE PERDAS E ESPUMAÇÃO NUMA ESCÓRIA DE ACIARIA EM FEA**

**Aluno: José Frederico Fonseca Assis de Almeida**  
**Orientadores: Sidnei Paciornik, Roberto R. de Aveliz**

### **Introdução**

A escória é um componente muito importante no processo de aciaria em Forno Elétrico a Arco (FEA), pois interage com o banho metálico, controlando o processo de oxidação e estabelecendo potenciais termodinâmicos apropriados para o refino primário. Serve também para proteger os eletrodos de grafite através do processo denominado “espumação”.

A escória também pode reter partículas de ferro metálico resultantes da agitação do banho e da redução de alguns óxidos de ferro carregados para a escória durante o processo.

A capacidade da escória de espumar e de reter ferro metálico pode ser analisada de maneira indireta após o término do processo de fusão/refino primário do aço. Esta análise requer a identificação das fases presentes na escória e a determinação de suas quantidades. No presente trabalho desenvolveu-se métodos de caracterização da microestrutura de um fragmento de escória obtida em um processo de aciaria em FEA.

### **Objetivos**

Caracterizar a escória de forno elétrico a arco para determinar as fases formadas e quantificar a presença de ferro metálico, MgO, FeO.MgO e demais óxidos. Desenvolver um método baseado em microscopia digital e análise de imagens para a quantificação de ferro metálico [1].

### **Metodologia**

#### *Difração de Raios-X*

Amostras de fragmentos de escória foram coletadas na área de triagem da MultiServ (SobreMetal) nas instalações da GERDAU Cosigua.

Parte dos fragmentos foi moída até uma granulometria de 300 mesh, e submetida à Difração de Raios-X, em um Difrátômetro SIEMENS, modelo D 5000. Os resultados foram analisados pelo método Rietveld com o software TOPAS da Bruker AXS e EVA.

#### *Microscopia Digital*

Em uma segunda etapa desta análise, quatro fragmentos de escória foram embutidos à vácuo resina polimérica. Em seguida as amostras foram cortadas, lixadas e polidas em uma politriz automática.

Um microscópio óptico controlado por computador, com platina motorizada e aquisição digital de imagens foi utilizado para capturar imagens das diversas amostras. Com este sistema é possível capturar seqüências de campos da amostra com controle automático de foco.

A técnica tradicional de microscopia implica em capturar imagens de diferentes campos de um espécime, levando a uma amostragem limitada. No caso da escória analisada, esta técnica não é adequada devido à grande variação microestrutural presente na amostra, conseqüência do processo de fabricação. Por esta razão, utilizou-se os recursos de microscopia digital para obter imagens de mosaico, cobrindo toda a superfície da amostra.

Os mosaicos são formados pela concatenação de imagens obtidas com baixa magnificação (lente objetiva de 5x). Nestas condições, a resolução espacial é de  $2.10 \mu\text{m}/\text{pixel}$  e cada campo ocupa uma área de  $2750 \times 2180 \mu\text{m}^2$ . Cada mosaico engloba  $8 \times 7 = 56$  campos.

As imagens finais foram processadas através do software AxioVision 4.5. Ao longo do processo foram testados diversos parâmetros visando a correta discriminação das diversas fases presente no material (Gotas, Fases cinzas, Poros). Após esta etapa foram realizadas diversas medidas, como a fração de área ocupada pelas Gotas, Fases cinzas, Poros.

### Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra uma imagem típica, na qual as gotas metálicas aparecem como objetos muito claros, poros aparecem como objetos escuros, e uma combinação de diferentes fases aparece com tonalidade intermediária. Foi possível utilizar técnicas clássicas de segmentação para discriminar automaticamente estas fases, permitindo medir suas áreas nas imagens. Tabela 1.

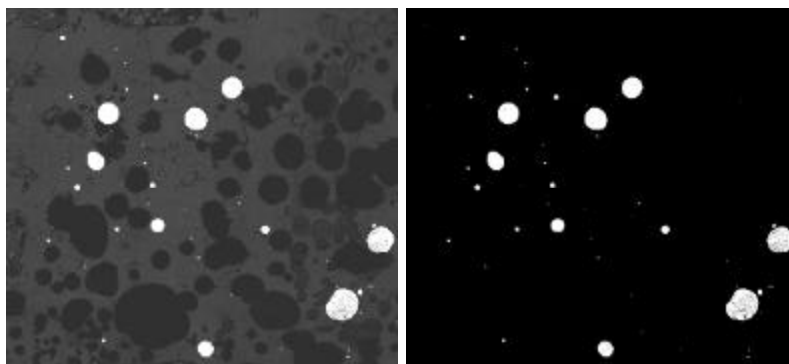


Figura 1 – Imagem original e imagem segmentada das gotas de Fe.

Tabela 1 – Frações de área medidas por análise de imagens

Fase	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Gotas	1.43	1.31	0.24	2.22
Partículas Cinzas	13.37	9.26	14.19	1.47
Fase Cinza	61.17	53.95	35.8	62.4
Poros	21.76	31.04	33.47	34.9

Nos espectros de difração de Raios-X, pode-se observar a presença relativa de Magnesioferrita ( $MgOFe_2O_3$ ) na ordem de 30 % assim como uma quantidade de 39% de Wuestita ( $FeMg$ )O com 15% de Mg e 85% de Fe. Em quantidades menores obtemos Ferro puro Fe, Magnetite, Hematite; Andradite  $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$  e Maghemita  $Fe_2O_3$ . Durante a análise foi descoberto um composto que ainda não foi relatado na literatura e não faz parte de nenhuma base de dados existentes. O composto em questão é:  $7CaOMgO_4SiO_2$ .

### Conclusões

A microscopia digital e a difração de Raios-X permitiram uma análise abrangente de um material com microestrutura complexa. A evolução desta análise deverá contemplar a determinação de parâmetros de diferenciação de fases, que claramente não é uniforme. Além disso, é necessário realizar a caracterização de separação das partículas metálicas de ferro.

### Referências

1 - PACIORNIK, S.; MAURÍCIO, M. H. P. Digital Imaging. Digital Imaging. In: VOORT, George Vander (Org.). ASM Handbook, Volume 9, Metallography and Microstructures. Materials Park, 2004, v. 9, p. 368-402.