

CARACTERIZAÇÃO AUTOMÁTICA DE MINÉRIO DE FERRO

Aluno: Debora Turon Wagner
Orientador: Sidnei Paciornik

Introdução

O consumo específico do aço vem crescendo ao longo dos últimos 100 anos, com parcela cada vez maior de aço bruto produzido derivado de produtos da indústria de mineração do ferro.

As crescentes exigências de qualidade no mercado de minério de ferro, as mudanças nas características das reservas atualmente disponíveis, o desenvolvimento tecnológico do setor siderúrgico e a diversidade de produtos finais colocados à disposição dos mercados consumidores, tornaram as especificações dos insumos para os processos produtivos muito mais rígidos.

O minério de ferro brasileiro é essencialmente hematítico, geralmente envolvendo outros minerais como magnetita, goethita e minerais de ganga, principalmente quartzo. Estes minérios apresentam grande diversidade de microestruturas e podem ser encontradas diferentes morfologias nos grãos de hematita – lobular, lamelar, granular e microcristalina. Como a qualidade do *pellet* e *sínter feed* – insumos para aglomerados – depende especificamente do tipo de minério utilizado, deve-se identificá-los e quantificá-los para que se possa mensurar o impacto dos mesmos na físico-química dos aglomerados de minério de ferro [1].

A hematita é um mineral anisotrópico e, se aplicada a luz refletida, apresenta a propriedade de birrefletância [2]. Desta forma, o brilho da imagem muda de acordo com as diferentes orientações dos cristais em relação ao plano de incidência da luz. Essa variação de brilho é sutil, mas é perceptível ao olho humano treinado no microscópio de luz refletida (MLR). Se aplicada a luz polarizada, é possível obter maior contraste entre os grãos de hematita, sendo, portanto, mais fácil de identificá-los [3].

Objetivos

Identificar e quantificar grãos de hematita presentes no minério de ferro automaticamente através do MRL, com o auxílio da luz polarizada.

Metodologia

Foi utilizado um microscópio motorizado Zeiss Axioplan 2 com câmera digital AxioCam HR (1300 x 1030 pixels), sistemas de polarizadores, programa AxioVision (V4.7, Carl Zeiss Vision) para controlar o microscópio e adquirir as imagens, e o programa KS400 (V3.1, Carl Zeiss Vision) para processar as imagens e realizar as análises.

Foram capturadas imagens de um mesmo campo, sendo duas polarizadas, com simetria angular em relação ao eixo (7.5° e -7.5°), e uma sem polarização, que podem ser visualizadas na Figura 1. Estas foram processadas automaticamente através de uma macro desenvolvida com o objetivo de identificar a hematita presente na imagem sem polarização e quantificar grãos revelados pelas imagens polarizadas.

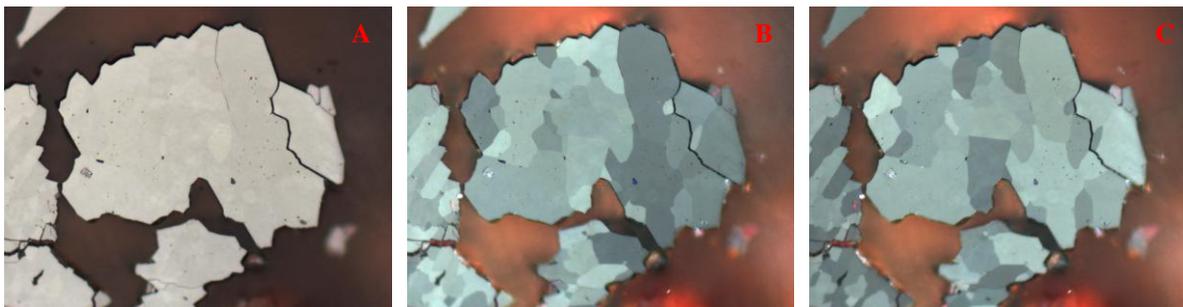


Figura 1 – Imagens da Hematita: (a) Sem polarização, (b) Com polarização a -7.5° , e (c) Com polarização a 7.5° .

Devido a pequenos deslocamentos gerados pela platina, nesta *macro* são calculadas e corrigidas as diferenças de alinhamento entre todas as imagens. As fronteiras dos grãos são, então, detectadas a partir das imagens polarizadas através do método de *Canny*, e estas são aplicadas na hematita, identificada a partir da imagem sem polarização. Em seguida, o método de separação *Watersheds* é aplicado para que as bordas identificadas, que possuem contorno aberto, possam ser fechadas. Estes grãos são então contados automaticamente, como pode ser visualizado na Figura 2(a) a seguir. Este resultado foi comparado com uma avaliação manual demonstrada na Figura 2(b).

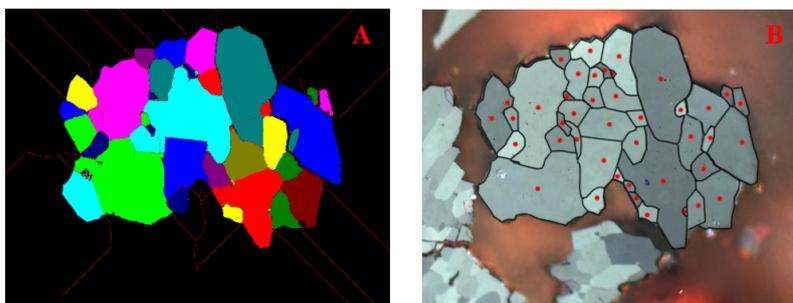


Figura 2 – Imagem do cristal central de Hematita, tendo contabilizado (a) automaticamente 389 grãos, e (b) manualmente 42 grãos.

Conclusão

Apesar de a rotina ser completa, os resultados ainda não são satisfatórios. Após a avaliação de parâmetros do filtro *Canny* e do divisor de águas (*Watersheds*), notou-se grandes variações na contabilização dos grãos. A sensibilidade do *Watersheds* é muito grande, fragmentando demais os grãos existentes. Se suavizada sua aplicação, a separação gerada se comporta de forma demasiadamente orgânica, não acompanhando as fronteiras reais dos grãos. Como resultado obtém-se fronteiras duplas, o que gera uma contagem também excessiva de grãos.

Referências

- 1 – Vieira, C. B.; Rosière, C. A.; Seshadri, V.; Assis, P. S.; Coelho, L. H.; Pena H. Q. “Geometallurgical approach for quality control of iron ores for agglomeration in iron and steel industry,” **International symposium on beneficiation agglomeration and environment – ISBAN**, Bhubaneswar, Índia, Proceedings, p. 1-7, 2000.
- 2 – A. J. Criddle & C. J. Stanley (eds) 1993. Quantitative Data File for Ore Minerals, 3rd ed., 635 pp., London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall.
- 3 – Gribble, C.; Hall, A. J. “Optical Mineralogy: Principles and practice,” **London: UCL Press**, 1992.