

5

Conclusão e Trabalhos Futuros

Um sistema de microscopia digital com reconhecimento e classificação automática dos cristais de hematita em minérios de ferro foi desenvolvido.

O método utiliza operações tradicionais de processamento digital de imagens e propõe uma segmentação automática de cristais baseada no cálculo da distância espectral, a fim de controlar o crescimento das regiões partindo das sementes. É importante salientar que o método de crescimento de regiões proposto é muito robusto e capaz de lidar com o grande número de sementes derivado do método de *watersheds*.

O método proposto também envolve técnicas de microscopia digital, permitindo a segmentação dos cristais tanto das imagens com polarização linear quanto das imagens com polarização circular.

Os resultados obtidos para ambos os tipos de imagens são muito promissores. A grande maioria dos cristais foi corretamente identificada. Mesmo cristais adjacentes com cores similares foram corretamente segmentados. O método é completamente automático com um único parâmetro t para ser ajustado, o qual controla a sensibilidade da distância Euclidiana do pixel no espaço RGB.

Medidas morfológicas dos cristais foram obtidas com sucesso. Estas medidas foram analisadas e estudadas estatisticamente.

Os resultados obtidos para a classificação das classes pertencentes a ambos os tipos de imagens foram muito bons. Taxas de acerto globais próximas a 98% foram obtidas, tanto para a autovalidação, quanto para a validação cruzada.

No entanto, algumas limitações devem ser apontadas. Dada a sua característica de segmentação, o método também é sensível a problemas de preparação de amostras, tais como problemas de relevo ou arranhões. Isto chama a atenção para uma cuidadosa preparação de amostras, sendo que, esta operação é de vital importância para a realização de qualquer tipo de análise de imagens automática.

Outro método mais simples de segmentação de cristais também foi desenvolvido. Este método é mais veloz em sua etapa automática, mas exige uma trabalhosa etapa de ajuste manual, o que o torna menos prático.

É fundamental também comentar que o sistema proposto é limitado a classificar e medir cristais das fases compactas da hematita - granular, lamelar e lobular - e não se propõe a identificar e quantificar hematita microcristalina e martita. Como comentado na introdução desta tese, um outro enfoque, denominado método sintético, busca incluir estas outras classes no sistema através de uma análise de textura (no sentido da área de PADI e não no sentido de textura microestrutural). Resultados preliminares indicam que este enfoque é promissor, sendo capaz de discriminar as 5 classes citadas com boa taxa de acerto. No entanto, justamente por ter um enfoque sintético, o método não é capaz de discriminar e medir cristais individuais, o que é uma limitação importante.

Assim, como uma proposta para trabalho futuro, pode-se buscar combinar os dois enfoques. O enfoque sintético seria capaz de discriminar as fases compactas e porosas e, em seguida, as fases compactas seriam submetidas ao método analítico proposto na presente tese, para discriminação e medida dos parâmetros morfológicos dos cristais individuais.