

6 Conclusões

Uma nova metodologia de quantificação de ferro metálico em aglomerados autorredutores de minério de ferro foi desenvolvida, por meio de análise de imagens capturadas em MLR.

Esta metodologia foi validada a partir da comparação com a análise química, técnica experimental tradicionalmente utilizada. Para o redutor CM, o erro estimado não é maior do que 10,9% e não é menor do que 5,5%, com confiança de 95%. Já para o redutor CVP, o erro estimado é menor do que 11,7% e maior do que 5,6%, também com 95% de confiança. A natureza do material carbonoso pareceu afetar o procedimento utilizado para quantificação, apesar das faixas de erro serem muito próximas.

A reta de correlação traçada com os briquetes de 20 mm, para ambos os redutores, foi testada com os resultados obtidos a partir dos briquetes de 25 mm. O redutor CM indicou melhor correlação entre os resultados das técnicas de análise química e análise de imagens, utilizando a massa específica média obtida para os briquetes de 20 mm, do que o redutor CVP. A correlação, especialmente para o redutor CVP, poderia apresentar resultados mais precisos se a amostragem utilizada para gerar a reta fosse maior.

Para a temperatura de 1200°C, o teor de ferro metálico aumentou com o tempo de redução, e tal fato pode ser observado nas avaliações qualitativas e quantitativas. Esta análise qualitativa confirma a hipótese de que o ferro metálico se localiza, preferencialmente, nas bordas da seção transversal. Quanto à espessura, não se chegou a resultados conclusivos, pois diferentes fenômenos externos impactaram nos resultados obtidos.

Os briquetes com 20 mm de espessura evidenciaram a presença de macroporos, e foi constatado que o surgimento destes ocorreu durante o processo de briquetagem.

Para a espessura de 20 mm, é possível observar que, assim como esperado, o redutor CVP apresentou menores porcentagens de ferro metálico, se comparado

com CM, para o tempo de 20 min. Para 40 min de redução, o CVP também apresentou menores teores de ferro metálico, porém, o resultado se aproximou mais do teor encontrado no redutor CM.

Já para a espessura de 25 milímetros, apesar dos teores de ferro metálico serem maiores para CM do que CVP em ambos os tempos de redução, a diferença de ferro metálico para ambos os redutores no tempo de 20 min foi muito inferior ao esperado.

A técnica de análise de imagens apresenta alguns fatores potenciais de erro, que foram contabilizadas na análise estatística. Por exemplo, o redutor apresenta uma textura não uniforme, atrapalhando sua identificação. Além disso, fases com pequenas proporções e tons similares às demais fases existentes, como, por exemplo, silicatos, podem apresentar resultados imprecisos. Parte destas componentes de erro foi minimizada a partir do momento que não houve a discriminação individual das fases, mas optou-se pela identificação de um conjunto de fases denominada fases sólidas. Outra parcela do erro poderia ser minimizada com a utilização de uma lente objetiva de maior aumento.

É necessário salientar que a redução dos óxidos de ferro em ferro metálico não ocorre de forma homogênea ao longo do briquete. Outra provável fonte de erro foi a utilização da primeira lei da estereologia, que supõe que $% V = % A$, para uma amostra homogênea.

Para que a quantificação, por análise de imagens, seja mais precisa é imprescindível o preparo de mais de uma seção polida do briquete autorredutor para que o aumento da amostragem abranja uma maior região do aglomerado. De forma análoga, é preciso garantir as mesmas condições para realização da análise química e picnometria. Uma sugestão seria utilizar fatias alternadas do briquete para análise de imagens e conjunto de picnometria e análise química.

O método desenvolvido é capaz de quantificar o ferro metálico presente no briquete autorredutor de minério de ferro. No entanto, os resultados apresentam erros maiores do que os apresentados pela técnica tradicional de análise química. A nova metodologia é capaz de fornecer informações espaciais para avaliações qualitativas, que são extremamente valiosas para análise das fenomenologias ocorridas durante o processo de redução e características físico-químicas do briquete reduzido.