

7 Conclusão

Deste trabalho, as seguintes conclusões principais podem ser feitas:

- a) Os resultados deste trabalho, confirmando as observações de outros pesquisadores, indicam que a auto-redução acontece de acordo com um modelo de reação sólido-sólido via intermediários gasosos;
- b) O briquete SCM-AL apresentou maiores conversões metálicas do que o briquete MCM-BR à 1300°C, e conversões similares à 1150°C. Sugere-se que a menor reatividade da magnetita mineral seja a responsável por este fenômeno, associado à uma mudança do mecanismo controlador;
- c) Quanto menor a vazão de gás inerte (N₂), maiores são as conversões metálicas atingidas em tempos iguais. Acredita-se que a diminuição do grau de conversão para maiores vazões de N₂, seja devido a diluição dos gases reagentes pelo gás inerte que penetra a amostra;
- d) Com relação ao tipo de atmosfera, os testes realizados em atmosfera de CO resultaram em maiores conversões do que em atmosfera de N₂, devido à contribuição da reação gás-sólido convencional e ao maior potencial redutor dos gases internos. Em atmosfera de CO₂, obteve-se altas velocidades iniciais de reação mas, após certo tempo, a contaminação da amostra pelo CO₂ ocasionou a reoxidação do ferro metálico formado;
- e) O modelo utilizado apresentou bom ajuste com os dados experimentais, até temperaturas de teste da ordem de 1200°C;
- f) Observou-se a existência de significativos gradientes térmico entre o núcleo e a periferia dos briquetes. No início do processo, o núcleo do briquete segue uma tendência bem definida de aumento de temperatura, quando ocorre uma mudança na derivada da curva de aquecimento, em função do início da reação

de Boudouard. Por ser altamente endotérmica, a presença desta reação diminui a velocidade de aquecimento do briquete a ponto de, para temperaturas mais baixas, dificultar muito o alcance do equilíbrio térmico entre a superfície externa e o núcleo dos aglomerados;

- g) O período que o briquete leva para alcançar em toda a sua seção, a temperatura de reatividade do carvão, é chamado de período de ‘incubação térmica’. Quanto maior a temperatura, menor o tempo necessário para garantir o ‘encharcamento’ térmico do briquete;
- h) Em todas as temperaturas, a auto-redução é caracterizada por dois estágios distintos: o primeiro, com altas velocidades de reação, e o segundo onde ocorre uma diminuição destas velocidades. A queda das velocidades de reação nos estágios finais do processo, seria resultado da ação conjunta de uma série de fatores como, diluição dos gases reagentes, formação de uma camada impermeável de Fe metálico, possível deficiência na quantidade de energia fornecida, formação de compostos de difícil redução e escassez gradativa dos reagentes ao longo do processo;
- i) Para os processos de auto-redução operando à baixas temperaturas, o tipo de fonte ferrosa (hematita ou magnetita), parece não influenciar o grau de metalização atingido com o tempo;
- j) Foi determinada uma **energia de ativação aparente** igual à **177,10 kJ/mol** e **fator de frequência pré-exponencial** igual à **$0,97 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$** . Tais valores são um forte indicativo de controle químico da reação;
- k) O valor de energia de ativação obtido confirma que a auto-redução é fortemente dependente da temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, maiores serão as velocidades de reação, o que sugere um controle químico da reação;
- l) As observações experimentais levam a concluir que, para temperaturas até 1200°C, o controle seja exclusivamente químico, tendo a reação de Boudouard como a etapa limitadora do processo. Para temperaturas superiores, o mecanismo de controle global da reação passa a ser definido como sendo

misto, controlado tanto por Boudouard como pelas reações de redução. Estudos estão sendo realizados para melhor definir e equacionar o efeito térmico na auto-redução;