

## 9 Conclusões e sugestões

Com base nos resultados experimentais e nas informações obtidas na revisão da literatura, podem ser feitas as seguintes conclusões:

1. O processo de auto-redução em todas as temperaturas ensaiadas neste trabalho apresentou visivelmente dois estágios distintos. No primeiro, altas velocidades de reação alcançando elevadas conversões de  $\text{MnO}_2$  para  $\text{MnO}$ . No segundo estágio, uma diminuição destas velocidades e uma queda nas conversões alcançadas no primeiro estágio. A diminuição nas velocidades pode ser atribuída, entre outros fatores, à diluição do gás redutor, a uma ligeira sinterização do briquete, à escassez gradativa dos materiais reagentes. Já para a queda das conversões no segundo estágio, sugere-se a possível transformação do  $\text{MnO}$  em um outro composto, que poderia ser o carbeto de manganês.
2. Os resultados demonstraram que o emprego da auto-redução de minérios de manganês na produção de  $\text{MnO}$ , por exemplo para agricultura e uso em ração animal, é viável e possui grande potencial, inclusive em termos econômicos, devido à alta conversão em tempos curtos.
3. O modelo cinético empregado foi semi-empírico e apresentou ajustes aceitáveis com os resultados experimentais nas temperaturas ensaiadas, sendo que para os primeiros 15 minutos de experimentação o modelo tem uma correlação de 94,4 % e, para o segundo estágio, isto é, para tempos maiores, a correlação foi de 96,1%.
4. O modelamento calculou valores para o fator de proporcionalidade ( $\chi_i$ ), fator temporal ( $\tau_i$ ), energia de ativação ( $E_0$ ) e fator de frequência pré-

exponencial ( $k_0$ ), determinando que o processo de redução se passa por dois mecanismos.

5. O valor de energia de ativação calculado para o primeiro estágio, até 10 minutos, foi de 11,50 KJ/mol e o fator de frequência pré-exponencial igual a 0,057 mHz. Tais valores sugerem que este primeiro mecanismo se refere a um controle predominantemente difusional. Para o segundo estágio, tempos maiores de 10 minutos, o valor da energia de ativação foi igual a 46,10 KJ/mol e o fator de frequência pré-exponencial 48,045 Hz, consistente com controle misto, intermediário entre o controle difusional e o químico.

Sugestões para trabalhos futuros:

1. Realizar experimentos de redução em tempos curtos, para maior validação do modelo.
2. Analisar, via microscopia ótica e eletrônica, os briquetes reduzidos, visando caracterizar os produtos decorrentes da transformação do MnO.
3. Continuar com os estudos de viabilização para produção de ferro-liga de manganês por auto-redução.