

6 Conclusões

No presente capítulo, são apresentados, de forma sucinta e objetiva, os principais aspectos extraídos deste trabalho, a seguir relacionados.

1. O método de carbocloração do pentóxido de vanádio tem sido utilizado tradicionalmente, tanto a nível comercial como acadêmico, baseando-se, sobretudo, no tratamento alternativo daquele óxido com carbono sólido e gás cloro ou com tetracloreto de carbono. Face às conhecidas restrições impostas ao emprego deste último nos anos recentes, o momento atual sinaliza para uma renovação do interesse no uso de cloro e de carbono sólido, em suas diferentes formas, bem como de novos agentes redutores e de cloração. Estas considerações aplicam-se, por extensão, a outros metais refratários (nióbio, tântalo, titânio) que também façam uso da carbocloração no processamento de matérias-primas.
2. Não foram identificados na literatura, através de ampla pesquisa abrangendo um longo período histórico, trabalhos voltados especificamente para o estudo cinético da carbocloração do pentóxido de vanádio empregando cloro e carbono sólido.
3. A avaliação termodinâmica da reação do V_2O_5 com gás cloro e carbono sólido sugere a predominância da formação do tetracloreto de vanádio (VCl_4) para temperaturas na faixa ensaiada de 350 a 550 °C.
4. Dentre as alternativas de controle analítico examinadas, foi selecionada a queima ou calcinação das amostras submetidas aos ensaios de cloração, em forno tipo mufla, a 600 °C, durante 4,0 horas, impondo-se o seu uso por razões de processo, operacionais e econômicas.
5. A percentagem de 17% de carbono na amostra sólida inicial ($V_2O_5 + C$) representa a quantidade estequiométrica para as condições experimentais empregadas, tendo em vista que uma igualdade é praticamente estabelecida entre a percentagem de perda de peso total da amostra (%PPT) e a percentagem de V_2O_5 que reagiu (% V_2O_5 reagido).
6. A influência da vazão do gás cloro sobre a taxa inicial de reação é pouco significativa na faixa ensaiada de 0,01 a 0,04 l de Cl_2 /min, levando ao estabelecimento de uma vazão de trabalho de 0,03 l de Cl_2 /min nos ensaios de cloração, a qual garante, com segurança, a disponibilidade desse reagente para a reação de cloração.

7. O aumento da temperatura é sempre responsável pelo incremento da taxa de reação, embora a sensibilidade à variação de temperatura não seja a mesma para todas as condições ensaiadas, mostrando-se mais significativa na faixa de 350 a 400 °C.
8. Na avaliação do efeito da temperatura de cloração sobre a cinética da reação, a aplicação do Modelo do Núcleo Não Reagido é adequada para interpretar os resultados experimentais a partir de sua equação para controle por reação química.
9. O valor da energia de ativação da carbocloração do pentóxido de vanádio através do tratamento com gás cloro de amostras em pó não-compactadas de $V_2O_5 + C$, a 350 - 400 °C, é de 58 kJ, característico de controle químico, e, a 400 – 550 °C, de 11 kJ, típico de controle difusional, sugerindo, assim, uma mudança no mecanismo controlador do processo com a temperatura.
10. Já o valor da energia de ativação aparente nas mesmas condições de tratamento, a 350 - 400 °C, é de 47 kJ, característico de controle químico, e, a 400 – 550 °C, de 10 kJ, típico de controle difusional, corroborando, portanto, a mudança de mecanismo controlador do processo com a temperatura.
11. O efeito da percentagem de carbono, na faixa de 17 a 30%, para as mesmas condições de tratamento citadas anteriormente, revela comportamentos algo diferentes consoante a temperatura de cloração adotada. A 350 °C, a elevação da percentagem de agente redutor implica num aumento, em grau coerente, da taxa de reação. A 500 °C, há um incremento da taxa de reação quando o valor da percentagem de carbono sobe de 17 para 20%, e um decréscimo, quando este último eleva-se para 30%. Isso sugere a predominância de fatores distintos nos respectivos casos, como o grau de contato entre os sólidos, que contribui para o aumento da taxa de reação, e o excesso estequiométrico de carbono, que pode acarretar o seu decréscimo.
12. O aumento da pressão parcial do cloro é sempre responsável pelo incremento da taxa de cloração do pentóxido de vanádio. A reação investigada caracterizou-se por ser aproximadamente de segunda ordem, em relação ao cloro, a 350 °C, e de primeira ordem, a 500 °C, sugerindo que, na temperatura inferior, a velocidade de reação é mais sensível a variações na concentração do gás reagente.