

6 Conclusões

As simulações realizadas com o modelo levaram a resultados que permitem as seguintes conclusões:

1. O presente modelo tridimensional permitiu prever de forma satisfatória as variáveis temperatura e composição, tanto das fases sólidas quanto das fases gasosas ao longo do reator, bem como a evolução do grau de redução do aglomerado auto-redutor, culminando com o cálculo da metalização do DRI produzido.
2. A aplicação do modelo a casos previamente definidos permitiu a determinação de importantes parâmetros operacionais, tais como produção e tempo de residência da carga sólida no interior do reator. Para os casos simulados na presente pesquisa, o tempo de residência dos sólidos variou entre 13 e 17 minutos e a produção observada se manteve no intervalo de 6 a 8 t/h.
3. O presente modelo, em todas as simulações estudadas, não admitiu erro superior a 1% no fechamento do balanço de massa de todas as espécies.
4. O caso 1, relacionado ao aumento da vazão da V2 (no caso, 1300Nm³/t), acarretou uma diminuição da relação CO/CO₂; além de decréscimos no grau de redução (de 96,4% até 92,5%) e na metalização, de 96% para 92,6%. Também se observou um aumento da temperatura média do gás de topo (58°C para o caso estudado).
5. Em relação ao caso 2, referente ao aumento do volume do gás de baixo, a simulação evidenciou um aumento da relação CO/CO₂ do gás de topo (de 1,05 para 1,23). Neste caso também foi observado um aumento do grau de metalização de 96 para 96,9%.

6. Quanto ao efeito da variação de temperatura do gás injetado pela V2 (caso 3), os resultados mostraram que sua elevação, para 250°C, acarretou:
- Aumento da metalização, sendo no caso estudado de 1,5% em relação ao caso base .
 - Aumento da percentagem do CO ao longo da cuba (“gás interior”)
 - Aumento das temperaturas dos gases (“exterior e interior”)
7. Os efeitos da diminuição da temperatura do gás de baixo nos parâmetros estudados, nominado na tese como caso 4 (1450°C para 1300°C), foram um dos mais acentuados:
- Diminuição nos graus de redução e de metalização, que atingiram, respectivamente, 88,4 e 88,6%, ou seja, uma queda de aproximadamente 7,5% em ambos os parâmetros.
 - Abaixamento da temperatura média do gás de topo (665 para 627°C), bem como conduzindo a um nível mais baixo nos perfis de temperatura das fases sólida e gasosas (“interior e exterior”)
 - Queda acentuada da relação média CO/CO₂ do gás de topo (no caso 27,6)
8. Com respeito ao efeito do aumento da temperatura do gás de baixo (caso 5), as seguintes conclusões foram possíveis:
- Ocorre um aumento na metalização (de 96% para 97,2%).
 - Promove um aumento da relação média CO/CO₂ do gás de topo (de 1,05 para 1,28).
 - Conduz a uma queda da temperatura média do gás de topo (cerca de 19°C).
 - Produz um aumento no volume total do gás de topo (2,3% no caso estudado).
9. Em relação ao caso 6, que analisou o efeito da razão CO/CO₂ do gás de baixo (2,9 para 10), foi possível evidenciar as seguintes respostas:
- Se observa um aumento significativo na relação média CO/CO₂ do gás de topo (de 1,05 para 1,41).

- Promove um aumento na metalização do DRI, no caso de 97,2%, devido ao aumento da percentagem do CO ao longo da cuba (gás “in”).

10. Quanto ao caso 7, que analisou o efeito do aumento da taxa de alimentação dos aglomerados auto-redutores no reator (de 9,94 t/h para 12 t/h), observou-se:

- Uma significativa diminuição do volume total do gás de topo (25,7%).
- Um expressivo decréscimo na temperatura media do gás de topo, de 665°C para 571°C, o mesmo ocorrendo com a relação CO/CO₂ (0,72, para novo valor).
- Quedas nos graus de redução e metalização do DRI (para 80,9 e 81,5%, respectivamente).

11. No caso da análise do aumento das perdas térmicas pelas paredes do reator, a simulação mostrou quedas na temperatura e na razão media CO/CO₂ do gás de topo, além da diminuição dos graus de redução e de metalização do DRI (para 75,8 e 79,2% respectivamente)

É de extrema importância que o Grupo de Siderurgia do Depto de Engenharia de Materiais da PUC-Rio, DEMa, continue mantendo uma estreita colaboração com a empresa brasileira Tecnologos S/A, dedicada ao desenvolvimento da tecnologia de auto-redução, bem como com outros grupos universitários dedicados às pesquisas dos fundamentos da engenharia de processos (UFF, etc).

Sugestões para estudos:

- ✓ Sugere-se a continuidade dos estudos de modelamento do processo de auto-redução em reatores de cuba, envolvendo principalmente a temática “ Modelamento das Zonas Coesiva e de Drenagem dos Reatores de Cuba”.