

# MODELAGEM NUMÉRICA DA COMBUSTÃO DE CARVÃO MINERAL EM FORNO DE QUEDA LIVRE

Carlos Henrique Lauermann  
Orientador: Fernando Marcelo Pereira

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de carvão e outros combustíveis sólidos impõe a demanda por estudos visando ao desenvolvimento de processos eficientes de conversão energética. A modelagem e a simulação numérica desempenham importante papel nesses estudos, provendo ferramentas de projeto de processos e equipamentos. No desenvolvimento de modelos físico-matemáticos da combustão de sólidos, é imprescindível ter conhecimento da cinética das reações químicas. Neste trabalho é apresentada a modelagem da combustão de carvão mineral em um forno de queda livre – DTF, empregado para o estudo da reatividade de combustíveis sólidos em condições de temperatura e taxa de aquecimento similares às de equipamentos industriais.

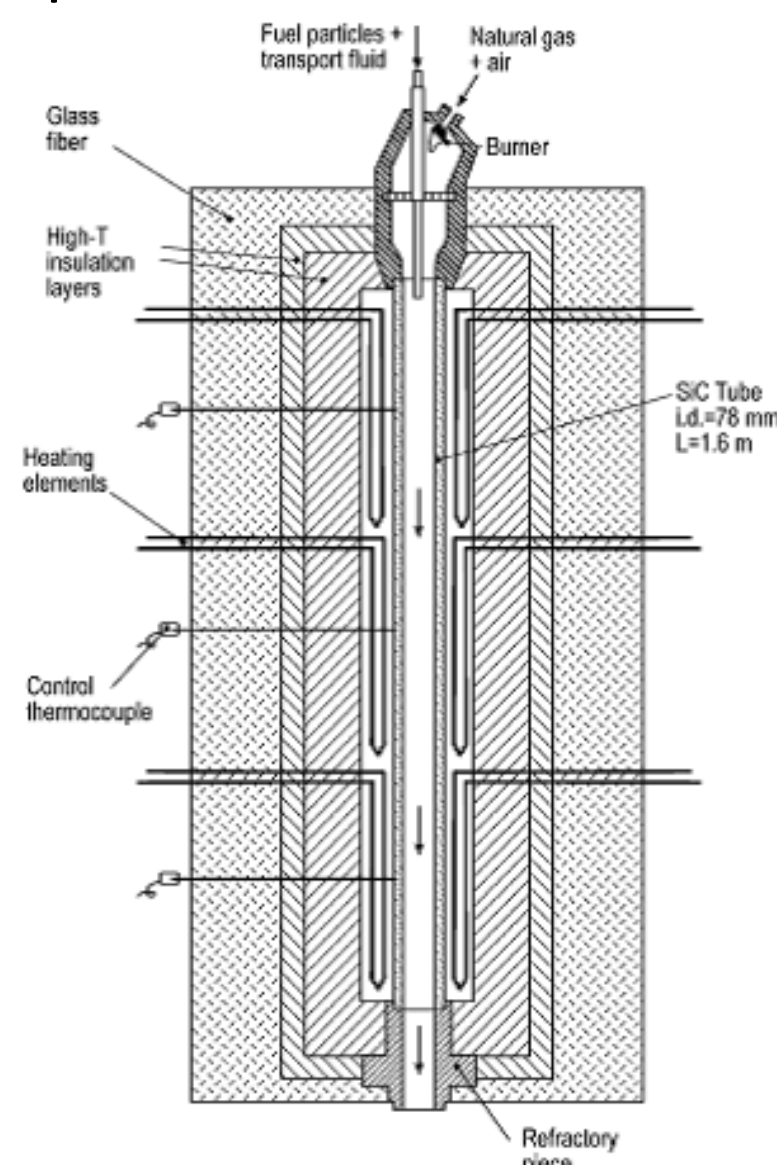


Figura 1. Vista esquemática de um DTF (Ballester and Jiménez, 2005).

## OBJETIVO

Avaliar a conversão de carvão mineral através de modelagem numérica em um forno de queda livre.

## METODOLOGIA

O modelo numérico desenvolvido considera as propriedades do combustível, condições operacionais e características geométricas do DTF, temperaturas do gás ao longo do reator como condições iniciais ou de contorno. A liberação de voláteis devido ao aquecimento precede a combustão de carvão, que ocorre em temperaturas mais altas. As constantes de velocidade destas reações são modeladas como reações de Arrhenius.

O modelo considera que o DTF é alimentado continuamente com combustível de distribuição granulométrica e composição conhecidas. Consiste das equações de momentum (Eq. 1), balanço de energia (Eq. 2) e balanço de massa para cada classe de tamanho (Eq. 3), que são integradas para obtenção da evolução do diâmetro, velocidade de partícula e conversão de cada classe de partícula em função do tempo de residência no DTF. A conversão em função da distância é obtida pelo pós-processamento dos resultados da integração temporal (Eq. 4).

$$\rho_{p,i} \frac{1}{6} \pi d_p^3 \frac{dv_{p,i}}{dt} = (\rho_{p,i} - \rho_g) \frac{1}{6} \pi d_p^3 g - 3\pi \mu d_p (v_{p,i} - v_g) \quad (1)$$

$$\rho_{p,i} \frac{1}{6} \pi d_p^3 c_p \frac{dT_p}{dt} = -\dot{Q}_V + \dot{Q}_C + \dot{Q}_{CONV} + \dot{Q}_{RAD} \quad (2)$$

$$\frac{dC_i}{dt} = -N \pi d_p^2 A_C p_{O_2,s}^n \exp\left(\frac{-E_C}{RT_{p,i}}\right); \quad \frac{dV_i}{dt} = -A_V \exp\left(\frac{-E_V}{RT_{p,i}}\right) \quad (3)$$

$$U(x) = \sum_i \frac{\omega_i (V_i(x) + C_i(x))}{V_0 + C_0} \quad (4)$$

## RESULTADOS

O modelo foi aplicado para simulação dos experimentos conduzidos em um DTF existente no Instituto Superior Técnico (Lisboa, Portugal) com carvão mineral como combustível (Wang, 2014).

Os resultados calculados apresentam boa concordância com os dados experimentais na região em que a combustão é o fenômeno dominante. Na região de devolatilização o modelo prevê taxas de reação mais altas em comparação ao que foi observado nos experimentos, indicando a necessidade de mais estudos sobre a cinética dessa etapa.

Na continuação do trabalho, o modelo numérico será utilizado para determinação dos parâmetros cinéticos das etapas da combustão pelo ajuste da curva de conversão calculada aos dados.

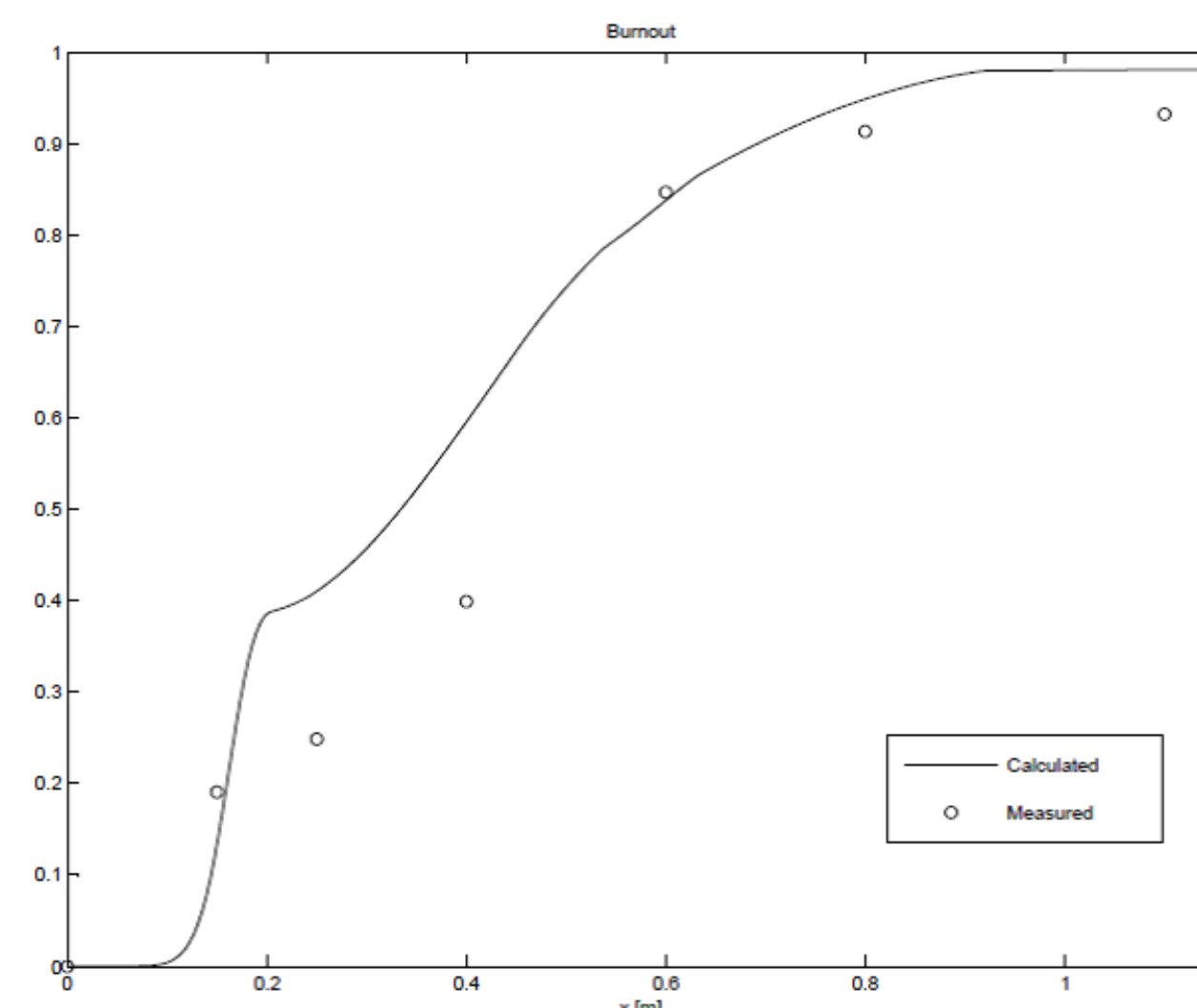


Figura 2. Comparação dos resultados de burnout de carvão em DTF com dados experimentais de Wang (2014).

## Referências

- Ballester, J., Jiménez, S., 2005. "Kinetic parameters for the oxidation of pulverised coal as measured from drop tube tests". *Combustion and Flame*, Vol. 142, p. 210.
- Wang, G., 2014. *(Co-)combustion of solid fuels: experiments and modeling*. PhD Dissertation, Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal.