



1º Encontro Regional de Engenharia Química na Amazônia (I EREQ-Amazon)

“Os grandes desafios da Engenharia Química na região Amazônica”

MODELAGEM MATEMÁTICA PARA ANÁLISE TÉRMICA DA COMBUSTÃO DE BIOMASSA

Rodrigo da Silva Gurjão¹; Arthur Lobato Silva Carvalho²; Carlos Henrique Rodrigues de Moura³; Berilo Costa de Matos Junior³; Bruno Marques Viegas⁴; Emanuel Negrão Macêdo^{3,*}

¹ Faculdade de Engenharia Mecânica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

* E-mail do autor para correspondência: enegrao@ufpa.br

Eixo Temático: (Engenharia de Processos)

Resumo: O presente estudo descreveu o desenvolvimento, a formulação e a implementação de um modelo matemático destinado à análise térmica da combustão de partículas de biomassa, abordando de forma integrada todas as etapas do processo, incluindo o aquecimento inicial, a secagem, a pirólise e a combustão do carvão residual resultante. A concepção do modelo fundamentou-se em referenciais teóricos e empíricos da literatura especializada e foi aprimorada por meio da aplicação do método das equações integrais acopladas (CIEA), que permitiu reduzir o sistema de equações diferenciais parciais complexas a um conjunto equivalente de equações diferenciais ordinárias, mantendo às condições de contorno e garantindo a precisão na descrição do fenômeno físico. A discretização espacial do domínio foi realizada utilizando integrais de Hermite, enquanto a solução numérica das equações resultantes foi obtida por meio da rotina NDSolve, implementada no ambiente computacional Wolfram Mathematica. As simulações numéricas exploraram de forma sistemática os efeitos de diversas variáveis operacionais e propriedades físicas, como o diâmetro e a densidade das partículas, o teor inicial de umidade, a temperatura do meio reacional e a velocidade do escoamento gasoso. Os resultados indicaram que partículas de menor diâmetro apresentaram maiores taxas de conversão térmica, enquanto densidades mais elevadas e teores iniciais de umidade aumentaram o tempo necessário para a combustão completa; além disso, temperaturas do ambiente mais altas e maiores velocidades de escoamento intensificaram os mecanismos de transferência de calor e massa, reduzindo significativamente o tempo total de reação. O modelo desenvolvido demonstrou elevada capacidade preditiva e eficiência computacional para o estudo de partículas pequenas, fornecendo subsídios relevantes para o aprimoramento de sistemas de combustão de biomassa e contribuindo de forma significativa para o avanço de tecnologias limpas, sustentáveis e eficientes de conversão energética de biomassa.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Biomassa. Combustão. Pirólise. Transferência de calor.