Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

Modelagem cinético-estequiométrica multietapas da formação de voláteis na torrefação de biomassa para integração em gêmeos digitais e aplicação em sistemas BECCS carbono-negativos.

Rodrigues, P. P. O. [1]; .[1]Bolsista do PRH 57/UnB, Programa de Pós-Graduação em Ciências Mecânicas, Brasília – DF.
E-mail: pedropaulo9334@gmail.com

INTRODUÇÃO

- ✓ Biomassa é recurso estratégico para descarbonização e produção sustentável de energia.
- ✓ A torrefação melhora propriedades energéticas, mas libera frações voláteis complexas.
- ✓ Modelos atuais descrevem bem perda de massa, porém simplificam voláteis.
- ✓ Gêmeos digitais exigem modelos físico-químicos robustos, validados e integráveis.
- ✓ A pesquisa conecta cinética, estequiometria e balanços elementares à digitalização.

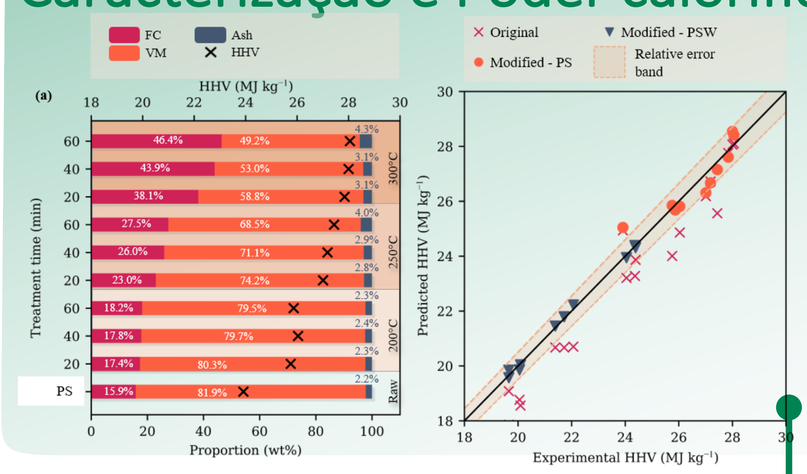
Integra predição multietapas de voláteis, balanços elementares e fenômenos de transporte em um núcleo para gêmeos digitais de torrefação.

METODOLOGIA

- ✓ **Base experimental:** torrefação e coleta separada de sólidos, condensáveis e gases.
- ✓ **Caracterização:** análises químicas e fechamento dos balanços elementares de C, H e O.
- ✓ **Modelagem:** desenvolvimento e calibração da estrutura cinético-estequiométrica multietapas.
- ✓ **Integração:** validação, análise de sensibilidade e incorporação ao núcleo do gêmeo digital.

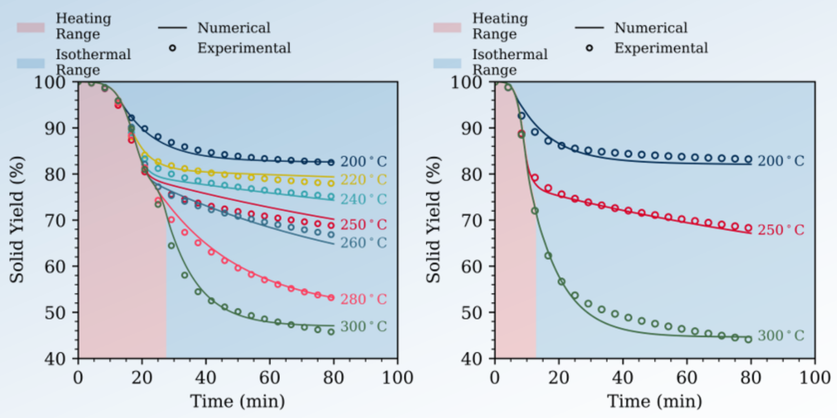
RESULTADOS

Caracterização e Poder calorífico



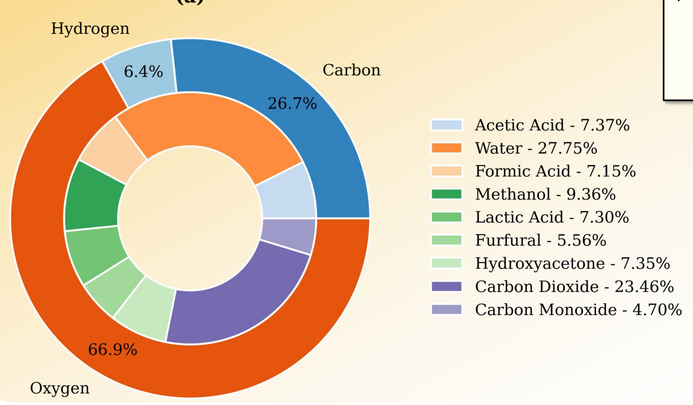
- ✓ A recalibração aumentou a acurácia do HHV, reduzindo desvios e melhorando a concordância experimental.
- ✓ Nos modelos originais, o R^2 variou de −27,01 a 0,87, passando para 0,66–0,99 após a recalibração.

Modelo Cinético



- ✓ R^2 entre 0,97–0,98 evidencia qualidade e confiabilidade do modelo.

Predição de Voláteis



- ✓ Emissão de AVCs mais precisos;
- ✓ Acurácia na predição da energia consumida no processo

PERSPECTIVAS FUTURAS

- ✓ Aprimorar a predição de voláteis, ampliando a capacidade de estimar composição e distribuição das frações condensáveis e gasosas.
- ✓ Quantificar o calor consumido e liberado no processo, relacionando degradação, formação de produtos e demanda energética da torrefação.
- ✓ Integrar os modelos desenvolvidos em uma estrutura numérica única, acoplando cinética, estequiometria, energia e fenômenos de transporte.
- ✓ Consolidar o gêmeo digital em escala piloto, conectando modelos preditivos a dados experimentais para monitoramento, análise e suporte operacional.