

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DA SECAGEM DE BIOMASSA DE MICROALGAS CULTIVADAS EM FOTOBIORREATORES



Doutoranda: Fernanda Perazzolo Disconzi – fernandadisconzi@ufpr.br

Orientador: Prof. José Viriato Coelho Vargas, Ph.D.

Coorientador: Wellington Balmant, D.Sc.

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

INTRODUÇÃO

Biomassa de microalgas → produção de **biodiesel**, alimentos para animais, pigmentos, produtos farmacêuticos.

Processo com múltiplas etapas → cultivo, colheita, **secagem**, extração de lipídios e conversão para biodiesel.

SECAGEM:

- Viabiliza a extração de lipídios;
- Aumenta a vida útil da biomassa.

Porém:

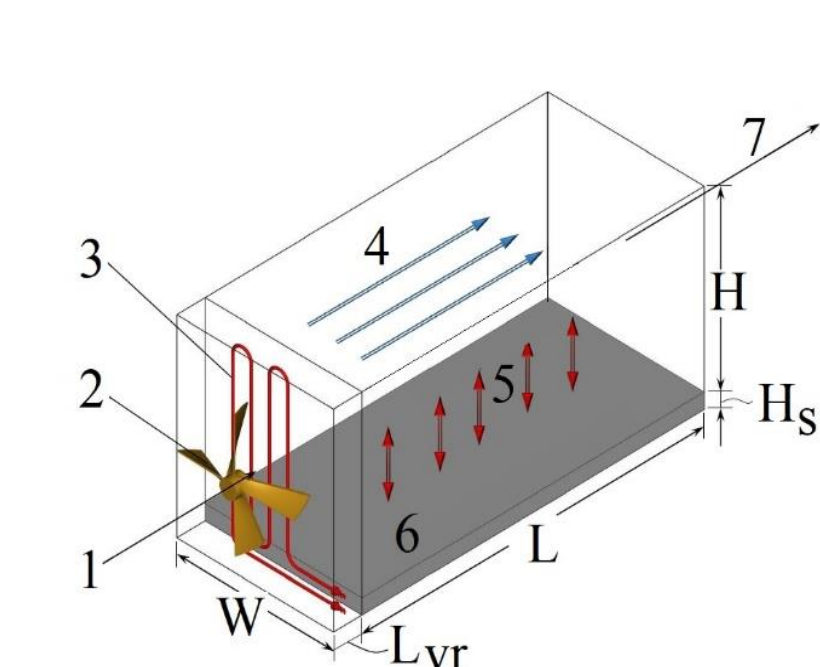
Há elevado consumo de energia (até 30% dos custos totais de produção).

OBJETIVOS

- Modelar matematicamente o processo de secagem de biomassa de microalgas;
- Ajustar e validar experimentalmente o modelo matemático.

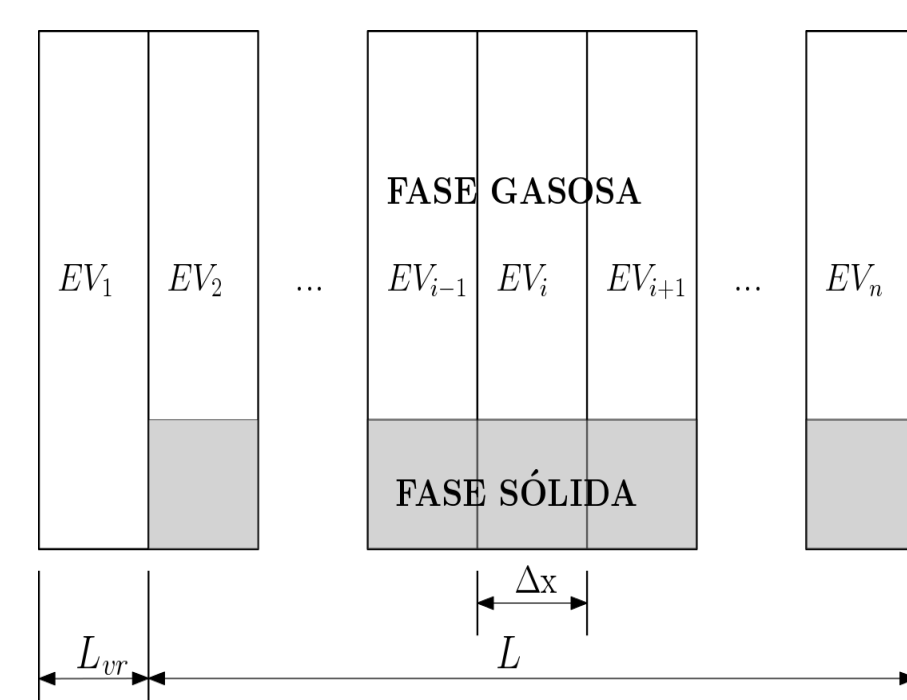
MATERIAIS E MÉTODOS

i) Modelo matemático:



O modelo é discretizado no espaço, usando “n” elementos de volume (EVs).

Cada EV é dividido em dois subsistemas: **fase gasosa** e **fase sólida**.



- Balço de energia e massa para a **fase sólida** no EVi

$$\frac{dT_{s,i}}{dt} = - \frac{\text{Taxa de transferência de calor devido à evaporação}}{\text{Energia acumulada na fase sólida}} + \frac{\text{Taxa de transferência de calor por convecção entre as fases}}{\text{Energia acumulada na fase sólida}}$$

$$\frac{d\omega_{s,i}}{dt} = - \frac{\text{Vazão de água evaporada}}{\rho_{ds} \nabla_{i,s}}$$

- Balço de energia e massa para a **fase gasosa** no EVi

$$\frac{dT_{a,i}}{dt} = \frac{\text{Variação de entalpia devido ao escoamento forçado}}{\text{Energia acumulada}} + \frac{\text{Taxa de transferência de calor devido à evaporação}}{\text{Energia acumulada}} - \frac{\text{Taxa de transferência de calor por convecção entre as fases}}{\text{Energia acumulada}}$$

$$\frac{d\omega_{a,i}}{dt} = \frac{\text{Vazão de vapor de água devido ao escoamento forçado}}{\rho_{da} \nabla_{i,a}} + \frac{\text{Vazão de água evaporada}}{\rho_{da} \nabla_{i,a}}$$

ii) Método numérico: o sistema de equações diferenciais ordinárias é integrado usando o método Runge-Kutta-Fehlberg de 4ª / 5ª ordem.

$$\text{Convergência dos resultados numéricos} \rightarrow \varepsilon_{\text{mesh}} = \frac{\|\tilde{y}\|_{\text{mesh},j} - \|\tilde{y}\|_{\text{mesh},j+1}}{\|\tilde{y}\|_{\text{mesh},j}} \leq 0.01$$

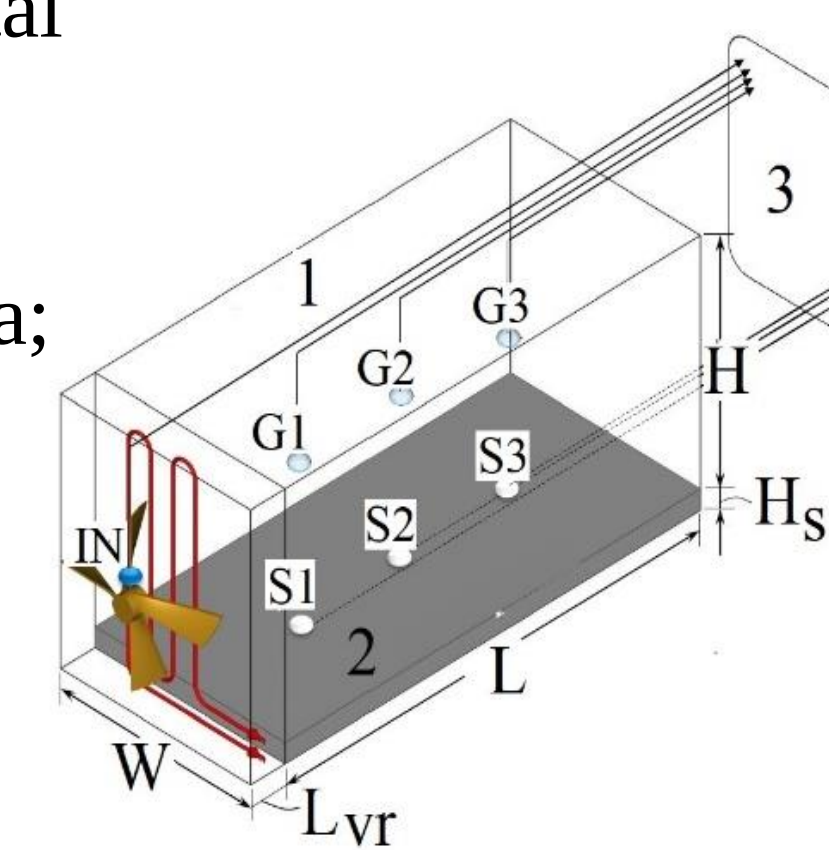
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Prado M.M., Sartori D.J.M., Mathematical Model for Heat and Mass Transfer Inside a Granular Medium, Brazilian J. Chem. Eng., 25, 39–50 (2008).
- Grima M., et al. Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics. Biotechnology Advances, v. 20, n. 7-8, p.491-515, jan. 2003. Elsevier BV.
- Vargas J.V.C., Stanescu G., Florea R., Campos M.C., A Numerical Model to Predict the Thermal and Psychrometric Response of Electronic Packages, J. Electron. Packag., 123, 1-11 (2001).
- Von Meien O.F., Mitchell D.A., A two-phase model for water and heat transfer within an intermittently-mixed solid-state fermentation bioreactor with forced aeration, Biotechnol. Bioeng., 79, 416–428 (2002).

iii) Experimento: dados obtidos a partir do aparato experimental para simular uma estufa de secagem por convecção forçada:

- Temperatura: termistores tipo NTC (G1, G2 e G3 - fase gasosa; S1, S2 e S3 - fase sólida); sistema de aquisição (software LabView).

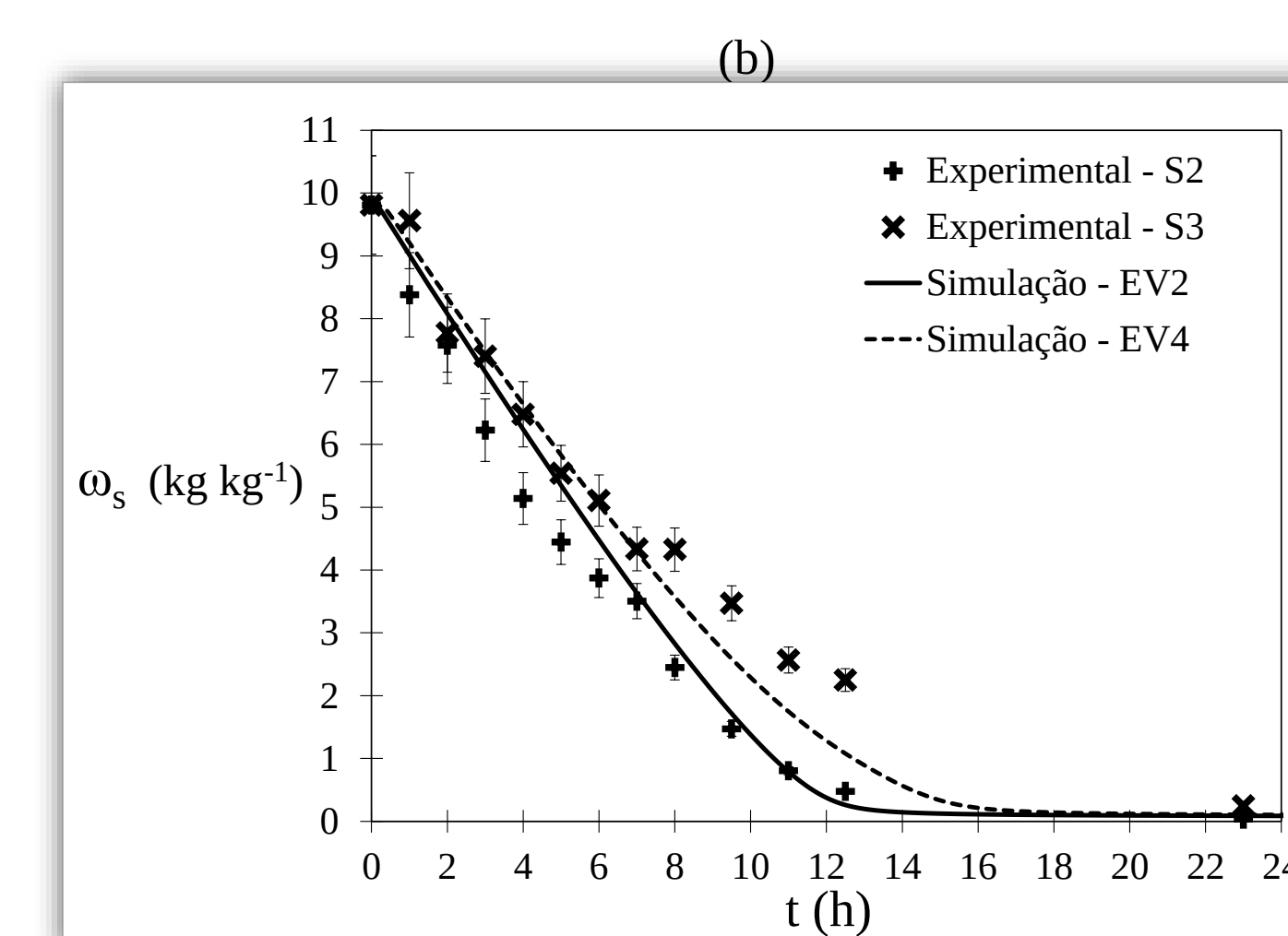
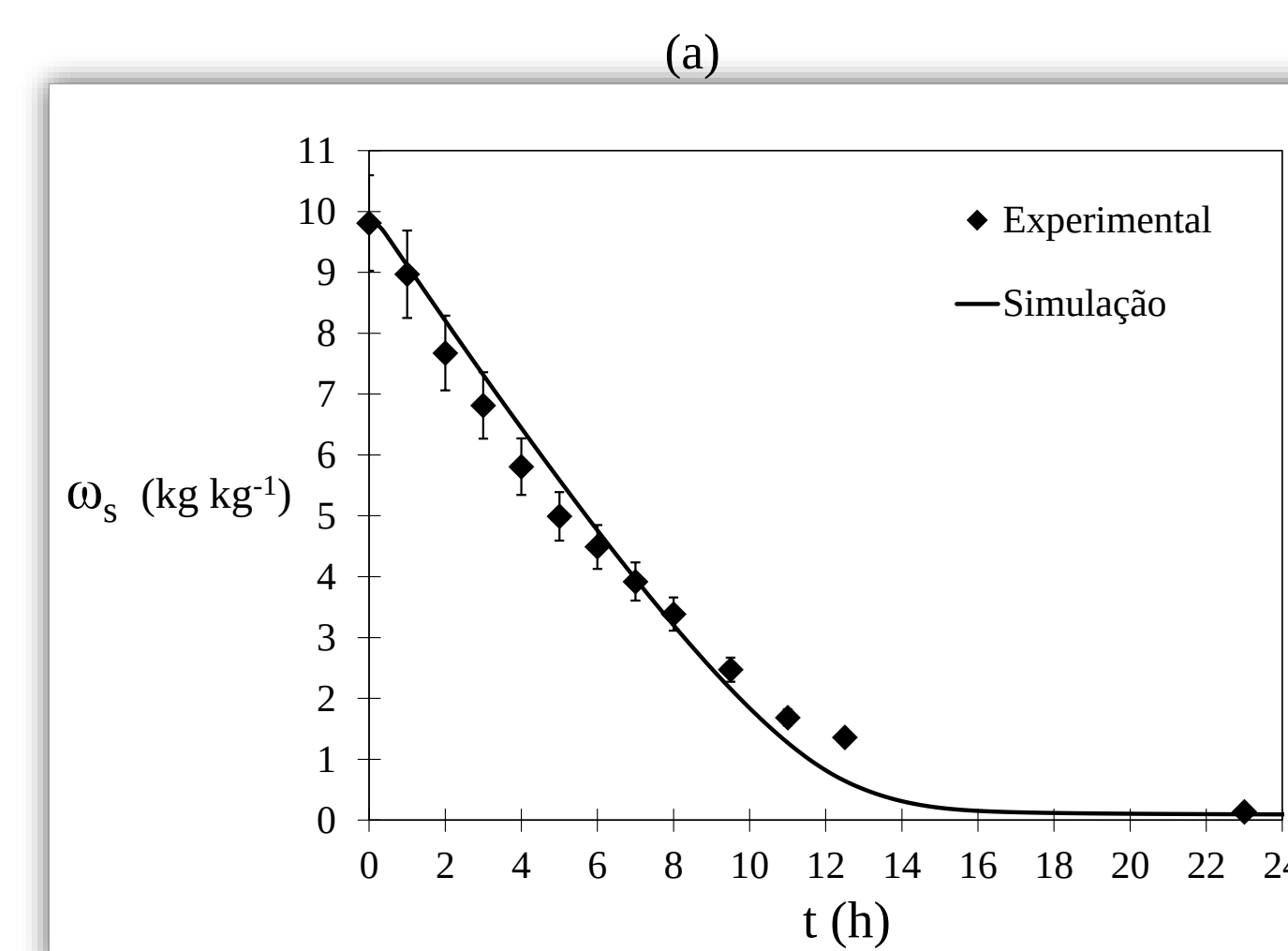
- Teor de umidade da biomassa: analisador de umidade por infravermelho (amostras - posições S2 e S3).



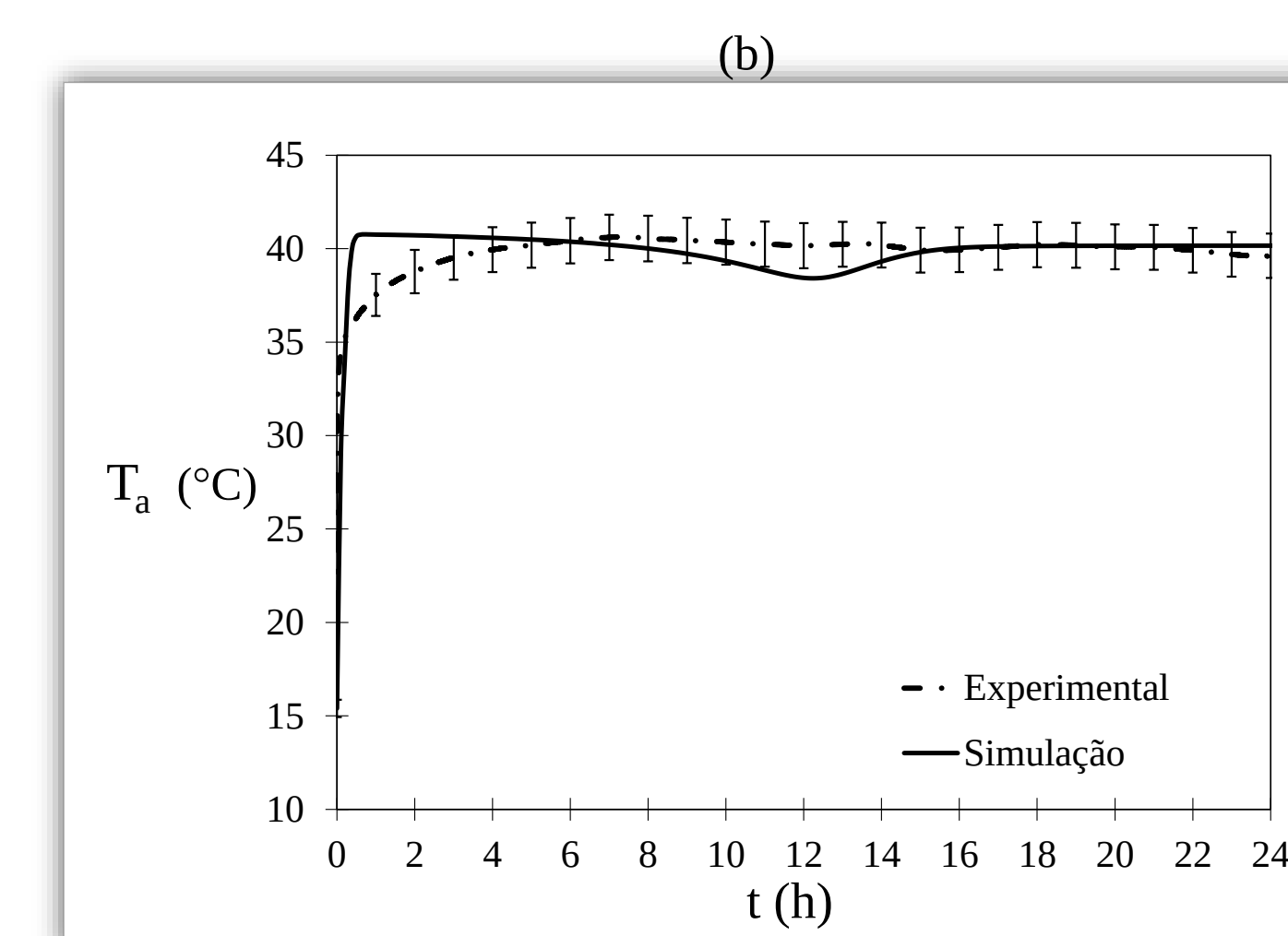
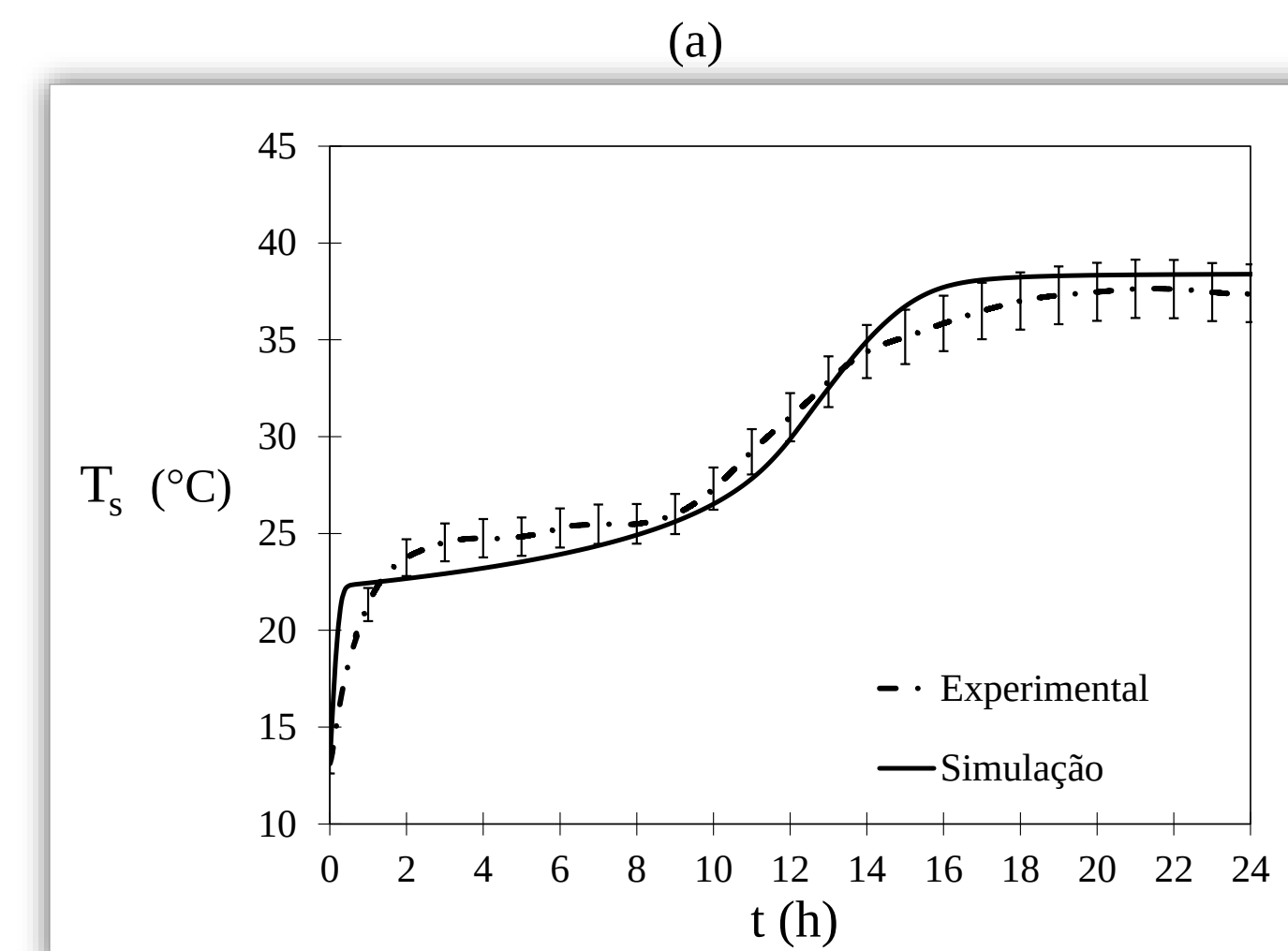
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparação entre os resultados numéricos e os dados experimentais:

i) TEOR DE UMIDADE DA BIOMASSA MÉDIO (a) E NAS POSIÇÕES S2 E S3 (b)



ii) TEMPERATURA DA BIOMASSA (a) E DO AR DENTRO DA ESTUFA (b)



CONCLUSÕES

- O processo de secagem é fortemente dependente da temperatura e umidade da biomassa;
- Os resultados numéricos apresentam boa concordância quantitativa e qualitativa com os resultados experimentais;
- O modelo pode ser usado para otimização de sistemas de secagem com configurações semelhantes.

