

## Modelagem matemática do processo de fermentação em estado sólido com *Aspergillus niger* para produção de celulases

Flávio César Freire Baleeiro<sup>1</sup>

Rafael Frederico Fonseca<sup>2</sup>

Rosângela Donizete Perpetua Buzon Pirola<sup>3</sup>

Victor Bertucci Neto<sup>4</sup>

Cristiane Sanchez Farinas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno de graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, fbaleeiro@gmail.com;

<sup>2</sup>Aluno de doutorado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP;

<sup>3</sup>Aluna de doutorado em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP;

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

O processo de fermentação em estado sólido possui diversas vantagens em relação à fermentação submersa, como a maior produtividade de enzimas, menor custo, menor produção de dejetos e menor uso de água. No estado atual do desenvolvimento dessa tecnologia, uma das maiores dificuldades encontradas é o monitoramento e controle das variáveis operacionais do processo. Dificuldade que se torna ainda maior com a necessidade do aumento de escala do processo para produção de enzimas em escala industrial devido à formação de gradientes de temperatura e de massa que tiram o microorganismo de sua condição ótima de produção prejudicando sua produtividade irreversivelmente. No ambiente sólido de fermentação, uma variedade mutante de *Aspergillus niger*, a 3T5B8, tem apresentado altas taxas de crescimento e produção enzimática em diversos estudos, chamando especial atenção à sua aplicação para produção de celulases para produção de etanol de segunda geração, sendo o preço deste insumo o maior entrave para produção competitiva de etanol por essa rota. Este trabalho objetivou desenvolver um modelo que permita relacionar as variáveis de estado identificadas como mais influentes no processo de fermentação em estado sólido do fungo *Aspergillus niger* 3T5B8 com a produtividade de enzimas celulases. A dificuldade da quantificação direta de biomassa de um fungo filamentosos em meio sólido foi contornada aplicando-se os meios indiretos de quantificação de glicosamina e de produção de gás carbônico na análise cinética de crescimento celular em biorreator de colunas com controle de temperatura, umidade e aeração. Perfis de crescimento e atividade enzimática de xilanase, endoglucanase,  $\beta$ -glicosidade e FPase foram obtidos para diversas condições de operação numa faixa de umidade inicial do substrato de 50 a 80% e de temperatura de 28 a 35°C na melhor umidade inicial encontrada, sendo utilizado como substrato farelo de trigo lavado e meio nutriente de Mandels. Coeficientes e parâmetros de crescimento, de manutenção, de formação de produto, entre outros, foram obtidos por regressão de dados nos softwares matemático-computacionais Origin, Matlab, Scilab e Microsoft Excel a fim de definir um modelo fenomenológico sistêmico de equações diferenciais. O modelo desenvolvido permitiu a otimização da variável produtividade de enzimas encontrando um ponto ótimo de operação de acordo com o coquetel de enzimas desejado. O modelo também abre espaço para a futura inserção de fatores descritivos do transporte de massa e de energia no biorreator em um caso de aumento de escala, mudança de dimensões ou mesmo para simulação de sistemas que possuam comportamento semelhante à fermentação em estado sólido com *Aspergillus niger* em farelo de trigo.

**Apoio financeiro:** Embrapa e PIBIC/CNPq.

**Área:** Agroenergia