



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

Os grandes desafios da Engenharia Química na região Amazônica

MODELAGEM, SIMULAÇÃO E VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE IOGURTE NATURAL

Isis Silva de Oliveira¹; Valter Marques de Oliveira Junior²; Danielle Ribeiro Moraes³; Saulo de Tarso Leite Sampaio⁴; Simone de Aviz Cardoso⁵

¹ Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. isis.oliveira@icb.ufpa.br

^{2,3,4,5} Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

Eixo Temático: Simulação, Otimização e Controle de Processos

Resumo: O iogurte natural é um dos derivados lácteos mais consumidos no mundo, sendo produzido pela fermentação do leite integral por bactérias lácticas, que convertem a lactose em ácido lático, reduzindo o pH e promovendo a formação do gel característico do produto. A compreensão e otimização desse processo são de grande importância industrial, pois influenciam diretamente a qualidade sensorial, a padronização e a ecoeficiência da produção. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo modelar, simular e validar experimentalmente o processo de produção de iogurte natural em regime de batelada simples, de forma a identificar condições ótimas de operação. Para tanto, foi aplicada a modelagem matemática baseada no modelo de Monod modificado, que considera o crescimento microbiano, o consumo de substrato e a formação de produto, incorporando a inibição causada pelo acúmulo de ácido lático. A metodologia contemplou a formulação de balanços de massa, a implementação computacional em Wolfram Cloud e a aplicação de um planejamento experimental do tipo Composto Central Rotacional (CCD), variando biomassa inicial, substrato inicial e tempo de fermentação. Os resultados das simulações mostraram que a biomassa inicial foi a variável mais crítica, com efeito positivo até um ponto ótimo e

negativo quando em excesso, enquanto o substrato apresentou influência secundária. A condição mais favorável foi obtida em 24 horas de fermentação, com $X_0 \approx 1,0$ g/L e $S_0 \approx 60$ g/L, apresentando maior produção e qualidade. O modelo quadrático ajustado apresentou $R^2 = 0,844$, confirmando sua capacidade preditiva. A validação experimental corroborou os resultados simulados, com pH final de aproximadamente 4,5 e excelente aceitação sensorial quanto a aroma, textura e sabor. Conclui-se, portanto, que a integração entre modelagem, simulação e experimentação constitui uma estratégia eficiente para otimização do processo fermentativo, permitindo reduzir custos, garantir qualidade e promover sustentabilidade na produção de iogurte natural

Palavras-chave: Iogurte natural; Fermentação láctica; Modelagem matemática; Simulação computacional; Planejamento experimental.