

Sistema supervisório de baixo custo para biorreator *airlift* para produção de bioinsumos

Gustavo Silva Gomide¹, Lucas Renato de Oliveira Mourão¹, Luciano Jacob Corrêa¹, Gilson Campani¹

¹Departamento de Engenharia Química e de Materiais/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{gustavo.gomide1, lucas.mourao1}@estudante.ufla.br,
{luciano.correa, gilson.campani}@ufla.br

Palavras-chave: *Arduino*, *Python*, biorreator, monitoramento, *Bacillus velezensis*.

Os bioinsumos são tecnologias, produtos ou processos de origem natural ou biotecnológica destinados ao uso agrícola, em substituição aos agrotóxicos convencionais. Com a criação do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) e a promulgação da Lei 15.070/2024 pelo Governo Federal, os bioinsumos representam o futuro da agricultura brasileira, promovendo iniciativas de desenvolvimento sustentável à medida que fomenta modelos de produção baseados na bioeconomia. A produção de bioinsumos pode ser otimizada através do cultivo em biorreatores, em que são controladas condições operacionais como disponibilidade de nutrientes, temperatura, pressão, oxigênio dissolvido e pH. Comparativamente aos biorreatores tradicionais com agitação mecânica, os biorreatores pneumáticos do tipo *airlift* se destacam por promover um bom equilíbrio entre transferência de oxigênio e baixos custos de construção, operação e *scale-up*. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo construir um sistema supervisório intuitivo e de baixo custo para monitoramento das variáveis temperatura e pressão. Sistemas comerciais, por outro lado, apresentam elevado custo e se baseiam em plataformas de código fechado. Os materiais utilizados incluíram: computador, microcontrolador *Arduino Uno*, *protoboard*, resistores, condutores tipo *jumper*, softwares *Arduino IDE* 2.3.6 e *Python* 3.13, sensor de temperatura à prova d’água DS18B20, sensores de pressão SMC ISE30A-01-F e XGZP101DB1R, a um custo final de R\$ 350,00. Os ensaios de monitoramento de temperatura e pressão foram realizados no Laboratório de Bioprocessos (LaBio) (DQM/UFLA). O painel do sistema supervisório apresenta *setpoints* ajustáveis pelo usuário e registro das variáveis em tempo real. A temperatura foi monitorada durante 4 h, aplicando rampa de temperatura de 25 para 30 e 35, depois reduzindo até 30 °C, com desvio médio absoluto de 3,3% em relação a um sensor de referência. A pressão foi monitorada durante 20 min, de 0 a 1 bar, com desvio médio absoluto de 3,6%. Desta forma, o sistema atendeu satisfatoriamente à necessidade de monitoramento das condições operacionais, estando apto a ser implementado no biorreator *airlift* para a produção de bioinsumo à base da bactéria *Bacillus velezensis*. No âmbito dos bioinsumos, o trabalho propõe o atingimento dos ODS 1, 2, 3, 8, 10, 12, 13 e 15.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e FINEP.