

Engenharia Química

## **CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DO FILTRO DE KALMAN APLICADO AO MONITORAMENTO DO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EXTRATIVA**

Johnathan Gonçalves Faria - 10º módulo de Engenharia Química, iniciação científica voluntária

Gilson Campani Junior - Orientador DEG, UFLA - Orientador(a)

### **Resumo**

A crescente necessidade de controle de processos da indústria química demanda o desenvolvimento de técnicas de monitoramento cada vez mais caras e sofisticadas, trazendo desafios para a construção e operação de plantas industriais automatizadas com uma boa relação custo-benefício. Estimadores de estado (softsensors) podem ser empregados para estimar variáveis de estado desejadas e, ao mesmo tempo, reduzir o uso de sensores de alto custo. Um tipo de softsensor é o filtro de Kalman estendido (FKE), um método recursivo para estimar o estado de sistemas não lineares que consiste em duas etapas: predição, na qual o estado inicial é propagado um intervalo de tempo adiante com base no modelo do processo (estimativa a priori), e atualização, realizada através da aferição da medida atual (estimativa a posteriori). Essa técnica fornece informações mais precisas, que podem ser utilizadas por sistemas de monitoramento e controle (CAMPANI et al., 2019). Nesse contexto, o presente trabalho objetivou desenvolver e avaliar in silico o FKE aplicado ao monitoramento de variáveis críticas do processo de fermentação alcoólica extrativa. Nesse sistema integrado, o etanol produzido é removido do caldo por esgotamento (stripping) com CO<sub>2</sub>, reduzindo a inibição celular pelo produto e aumentando a produtividade do bioprocessamento. Primeiramente, a observabilidade do sistema foi verificada com base no modelo do processo em diferentes configurações de medidas (SONEGO et al., 2018). Em seguida, o FKE foi implementado para estimar em tempo real dados de volume do reator (V) e concentrações de substrato (Cs), células (Cx) e etanol (Ce) no processo simulado por meio do software MATLAB®. A eficácia do FKE foi quantificada através do somatório quadrático dos resíduos entre os valores dos estados estimados e reais simulados (SQR), considerando ruídos nas medidas, perturbações nas variáveis do processo, assim como imprecisões do modelo. Os resultados mostraram que o FKE foi capaz de estimar satisfatoriamente as quatro variáveis de processo (V, Cs, Cx e Ce) assumindo medidas online de V e Cs (a cada 1 s) e offline de Cx (a cada 1 h). Erros maiores de estimação foram observados para Ce e Cs, devido à maior imprecisão dos respectivos modelos, quando considerados erros sistemáticos de +5% nas medidas e imprecisão na condição inicial dos estados ( $t = t_0$ ). Trabalhos futuros serão desenvolvidos implementando o FKE junto de controladores como preditivo, PID e PID adaptativo em malha fechada.

Palavras-Chave: Estimador de estados, Filtro de Kalman, Fermentação alcoólica extrativa.

Link do pitch: <https://youtu.be/FQh1nA2M9Fw>