

# ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM PROCESSO CONTÍNUO PARA PRODUÇÃO DE ÁCIDO PELARGÔNICO E ÁCIDO AZELAICO

Juan Victor Sousa Guerra, Gustavo Vieira Olivieri  
Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI  
uniejuerra@fei.edu.br e gustavo.vo@fei.edu.br

**Resumo:** O trabalho avalia a produção de ácidos pelargônico e azelaico através de um processo contínuo, em contraste ao método tradicional descontínuo. Utilizando óleos vegetais ricos em ácido oleico, a clivagem oxidativa gera produtos de interesse industrial nas áreas farmacêutica, cosmética e agrícola. O projeto busca analisar tecnicamente e economicamente a viabilidade do processo contínuo por meio de simulações no software Aspen Plus, abordando desde o dimensionamento de equipamentos até a análise de custos de operação e rentabilidade. Ao final, os resultados serão comparados com o processo descontínuo para identificar possíveis ganhos em eficiência e viabilidade econômica.

## 1. Introdução

O uso de óleos vegetais como matéria-prima renovável e sustentável tem se destacado na produção de compostos químicos, alinhando-se aos princípios da Química Verde. Compostos majoritariamente por triglicerídeos, esses óleos apresentam vantagens como biodegradabilidade e menor impacto ambiental, além de ampla disponibilidade. Um exemplo é a clivagem oxidativa do ácido oleico, que gera os ácidos pelargônico e azelaico, substâncias de grande importância nas indústrias farmacêutica, cosmética, agrícola e de polímeros [1-7].

Este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da produção desses ácidos em um processo contínuo, uma alternativa ao método descontínuo tradicional, que pode ser limitado em termos de eficiência e escalabilidade. Para isso, serão realizadas simulações utilizando o software Aspen Plus, permitindo o dimensionamento dos equipamentos e a otimização das condições operacionais. Adicionalmente, a análise econômica incluirá estimativas de custo de capital, despesas operacionais e a rentabilidade do processo, visando comparar as vantagens do método contínuo em relação ao descontínuo e explorar potenciais ganhos em eficiência e sustentabilidade.

## 2. Metodologia

**2.1 Estudo dos Componentes e Produtos:** Primeiramente, foi realizado um estudo detalhado sobre os principais produtos do projeto, incluindo ácido pelargônico e ácido azelaico.

**2.2 Diagrama de Operações:** O diagrama de operações (Figura 1) ilustra a produção de ácidos pelargônico e azelaico a partir de ácido oleico e peróxido de

de hidrogênio. O processo inclui etapas de reação, filtração para remover o catalisador, extração com acetato de etila para separar a fase aquosa, e destilação para recuperar o solvente e separar os produtos. O ácido azelaico é, então, purificado por recristalização, completando o processo.

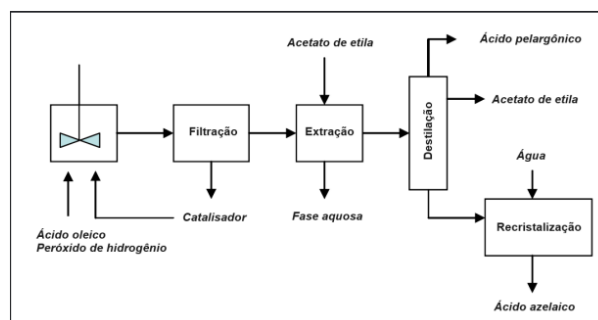


Figura 1 – Diagrama de operações do processo [4]

**2.3 Simulação Computacional:** O processo foi simulado utilizando o software Aspen Plus®. A inserção dos componentes e o desenvolvimento do diagrama de operações unitárias foram feitos com base em um fluxograma. As operações unitárias foram introduzidas, assim como as substâncias presentes no processo.

**2.4 Definição do Modelo Termodinâmico:** Um modelo termodinâmico adequado foi selecionado para representar a interação entre as moléculas no processo.

**2.5 Estimativa de Condições Operacionais:** A partir dos resultados da simulação, foram estimadas as condições operacionais para o processo contínuo, incluindo variáveis como temperatura, pressão e número de estágios em colunas de destilação.

**2.6 Cálculo de Conversão e Custos:** A conversão de ácido oleico foi calculada e os custos do processo proposto serão estimados, conforme metodologia de Turton et al. [8].

## 3. Resultados

**3.1 Construção do Fluxograma de Processos:** O primeiro resultado obtido foi a construção do diagrama de operações via software, este diagrama oferece uma representação visual clara das etapas envolvidas, desde a entrada de matérias-primas até a obtenção do produto final, incluindo reações, separações e trocas térmicas.

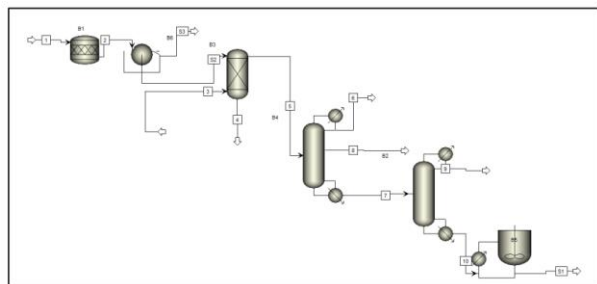
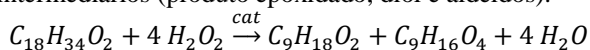


Figura 2 – Fluxograma de processos

**3.2 Capacidade Produtiva:** A substituição do glifosato pelo ácido pelargônico no Brasil, onde foram vendidas 246 mil toneladas de glifosato em 2020, apresenta um potencial econômico significativo. Se uma única fábrica produzisse todo o ácido pelargônico necessário, a produção anual seria de 246 mil toneladas, destacando o potencial desse mercado, especialmente devido à resistência crescente ao glifosato.

No entanto, é mais realista considerar uma fábrica que produza 20% desse volume, ou seja, 50 mil toneladas anuais. Isso ainda representaria um mercado expressivo, com uma capacidade de produção de 6.250 kg/h, sugerindo que a introdução de fábricas para produzir ácido pelargônico pode criar um mercado lucrativo, atendendo à demanda por herbicidas mais sustentáveis.

**3.3 Dimensionamento do reator:** Para realizar o dimensionamento do reator, primeiramente é necessário entender a reação química que ocorre na operação. A reação química global que ocorre neste processo é dada pela equação abaixo. O processo ainda conta com intermediários (produto epoxidado, diol e aldeídos).



No dimensionamento dos reatores tubulares para a reação entre ácido oleico e peróxido de hidrogênio, foi considerada uma conversão de 90%. Os reatores projetados são do tipo *packed bed*, com catalisador heterogêneo distribuído em tubos de aço Sch 40 de 2" de diâmetro e 6 metros de comprimento. Eles operam isotermicamente a 70 °C e têm uma porosidade de 50%.

A partir da determinação da conversão e da resolução do sistema de equações pelo método de Euler, foi possível obter os perfis de conversão de ácido oleico e das vazões molares ao longo do volume do meio reacional (Figuras 3 e 4).

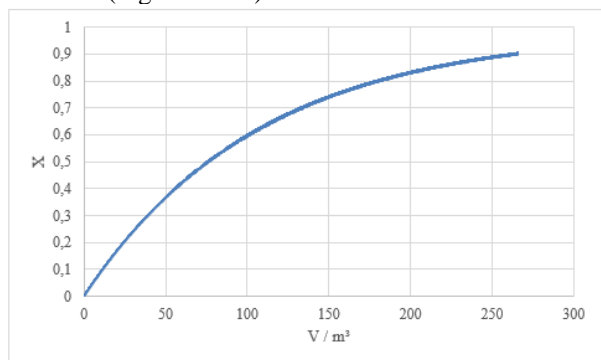


Figura 3 - Perfil para a conversão de ácido oleico ao longo do reator.

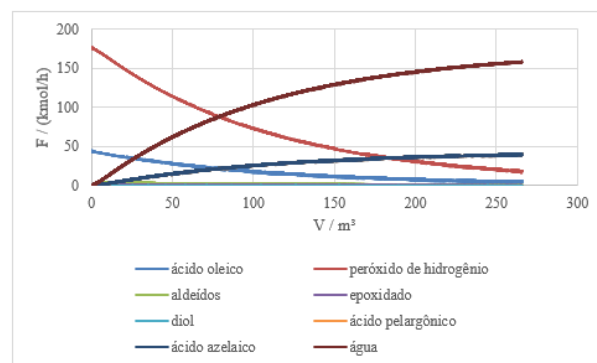


Figura 4 - Perfis para as vazões molares ao longo do reator.

Com base nos resultados e, considerando a porosidade estipulada, o reator deve ter 531,70 m<sup>3</sup>, distribuídos em 40936 tubos.

#### 4. Conclusões

O trabalho está avaliando a produção contínua de ácido pelargônico e ácido azelaico usando óleos vegetais ricos em triglicerídeos de ácido oleico, através de um processo químico sustentável. Simulações no software Aspen Plus permitiram o dimensionamento e otimização dos equipamentos e condições operacionais, confirmando a viabilidade técnica do processo e sua conformidade com os princípios da Química Verde.

A produção contínua mostrou-se eficiente e adaptável a diversas indústrias, além de sugerir potencial econômico vantajoso, embora uma análise econômica mais detalhada seja necessária. O estudo destaca a importância de alternativas sustentáveis na indústria química, beneficiando tanto a economia quanto o meio ambiente.

#### 5. Referências

- [1] P. T. Anastas, J. B. Zimmerman, *Environmental Science & Technology*, 37 (2003) 94A-101A.
- [2] V. Benessere et al., *Journal of American Oil Chemists' Society*, 92 (2015) 1701-1707.
- [3] M. E. Fortunato et al., *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11 (2023) 12406-12413.
- [4] A. Godard et al., *Oilseeds & Fats Crops and Lipids*, 23 (2016) D510.
- [5] A. Godard et al., *Journal of American Oil Chemists' Society*, 90 (2013) 133-140.
- [6] S. C. Hess, R. Nodari, *Revista Ambientes em Movimento*, 2 (2022) 39-43.
- [7] D. Yun, Z. Zhang, D. W. Flaherty, *Reaction Chemistry & Engineering*, 9 (2022) 2054-2065.
- [8] R. Turton et al., *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes*, Prentice Hall, 2009.

#### Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI, pela concessão da bolsa PIBIC, e pela infraestrutura para desenvolvimento do trabalho computacional.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 02/2024 a 12/2024.