



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE RESIDÊNCIA EM REATORES CSTR EM SÉRIE

Fernanda da Cunha Pereira

Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI

fernanda.cunha@unijui.edu.br

Carolina Almeida Bragato

Acadêmica do curso de Engenharia Química da UNIJUI

carolbragato@hotmail.com

Camila Hammarstrom Goi

Acadêmica do curso de Engenharia Química da UNIJUI

camilahgoi@hotmail.com

Resumo. *Este trabalho apresenta um estudo sobre o tempo de retenção das partículas no interior dos reatores CSTR conectados em série, utilizando um traçador de azul de metileno. O estudo do tempo de retenção é importante para avaliar a conversão de uma reação, assim, este fator podendo ser modificado conforme a conversão que se deseja atingir. Foram feitas avaliações do sistema e utilizadas técnicas numéricas para a determinação quantitativa da função de distribuição de tempo de residência.*

Palavras-chave: *Engenharia Química, reator contínuo, CSTR*

1. INTRODUÇÃO

O projeto de um processo químico industrial deve ser efetuado levando em consideração a viabilidade econômica e eficiência, de modo atingir a produção necessária de forma otimizada. Um equipamento que possui influencia direta nestes fatores são os reatores. O projeto destes deve ser realizado buscando alcançar um processo ótimo, aplicando diversas áreas de estudo da Engenharia Química como a

termodinâmica, mecânica dos fluídos e cinética química (Levenspiel [1])

Existem diversos tipos de reatores aplicados para diferentes condições de temperatura, pressão, conversão, tipos de reações químicas e biológicas, entre outros. Assim, a escolha deste equipamento deverá partir de uma análise do sistema global a qual este será empregado (Ref. [1]). A escala da produção e a natureza dos reagentes são aspectos fundamentais para a escolha do reator ideal para cada tipo de processo industrial (Schmal [2]).

Os reatores do tipo CSTR também chamados de reatores contínuos de tanque agitado são utilizados principalmente em reações em fase líquida, apresentam mistura perfeita e temperatura constante em seu interior, ou seja, estas serão as mesmas na saída do reator como em qualquer outro ponto em seu interior (Fogler [3]). Para promover o aumento da conversão de uma determinada reação química realizada em reatores CSTR recomenda-se a associação em série destes, assim aumentando o tempo de residência dos reagentes no reator e consequentemente aumentando o rendimento da reação (Ref.[2]).

Este trabalho visa o estudo do tempo de retenção do reagente em três reatores do tipo CSTR ligados em série, utilizando água e como marcador o corante azul de metileno.

2. METODOLOGIA

O procedimento foi realizado no Laboratório de Engenharia Química da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), utilizando a Bancada de Reatores MD024 conforme representada na Figura 1. Este teve início com a preparação de uma solução de azul de metileno em uma concentração de 1g/L.

Figura 1. Bancada de reatores – MD024



Após verificou-se a posição das válvulas para direcionar a água para as camisas, estas foram utilizadas a fim de manter a temperatura uniforme para que esta não influenciasse no resultado, em seguida os reatores foram conectados em série. Foi acionada a bomba peristáltica a uma vazão constante, posteriormente regulando altura entre os reatores foi possível igualar os níveis de água em 400 ml, após os agitadores foram ligados para promover a mistura completa no interior dos reatores.

Utilizando uma seringa foi inserido 1 ml da solução de azul de metileno no primeiro reator, no menor tempo possível, configurando uma injeção do tipo pulso. O tempo de residência do corante foi cronometrado somente na saída do terceiro reator e então foi realizada a coleta das amostras no mesmo. Os tempos foram

predefinidos no início do procedimento e a leitura das amostras foi realizada por colorimetria utilizando um mini fotômetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

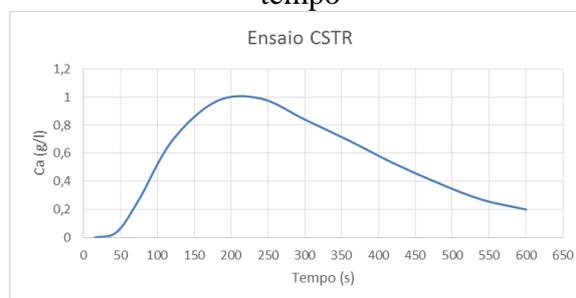
Os resultados do ensaio referente ao tempo de residência do reagente e a análise das amostras retiradas do 3º reator estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Tempos de coleta e concentração das amostras

Tempo (s)	Ca (g/L)
15	0,00
45	0,04
75	0,27
120	0,69
180	0,97
240	0,99
300	0,84
360	0,69
420	0,53
480	0,39
540	0,27
600	0,20

A partir dos dados obtidos, foi construída a curva da concentração de reagente (Ca) pelo tempo (t), apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1. Curva da concentração versus tempo



A curva resultante é característica de um reator tipo CSTR, pois sua concentração é crescente até certo tempo, nesse caso 180

segundos e depois decresce até uma concentração próxima de zero, pois a alimentação do reagente não foi contínua.

Foi realizada uma análise do gráfico utilizando a técnica de entrada tipo pulso. A quantidade de traçador é repentinamente injetada de uma só vez na corrente de alimentação no menor tempo possível. A concentração na saída é medida em função do tempo. Analisaremos a injeção do traçador para um sistema de uma única entrada e uma única saída, no qual somente o escoamento transporta o material do traçador através das fronteiras do sistema.

A quantidade $E(t)$ é chamada de função de distribuição de tempo de residência, ela é a função que descreve de uma maneira quantitativa quanto tempo diferentes elementos de fluido permanecem no reator. Adotando que a vazão volumétrica é constante, definimos $E(t)$ como (Ref. [3]):

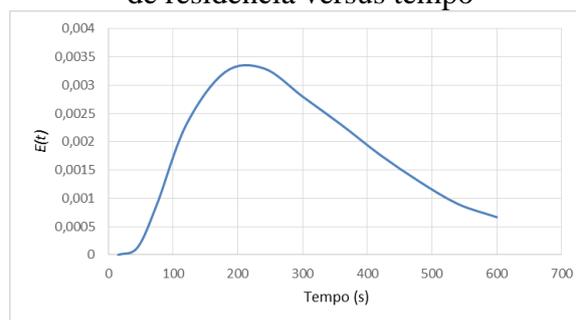
$$E(t) = \frac{c(t)}{\int_0^{\infty} c(t) dt} \quad (1)$$

Com os resultados obtidos para a o $E(t)$, expressos na Tabela 2, foi possível plotar o Gráfico 2 de $E(t)$ versus tempo.

Tabela 2. Tempo de residência e função de distribuição de residência.

Tempo (s)	E(t) (s)
15	0,00000
45	0,00013
75	0,00090
120	0,00230
180	0,00323
240	0,00330
300	0,00280
360	0,00230
420	0,00177
480	0,00130
540	0,00090
600	0,00067

Gráfico 2. Curva da função de distribuição de residência versus tempo



Calculando a área do Gráfico 2, utilizando o método numérico da Regra de Simpson, foi possível concluir que 55% do material efluente permaneceu no sistema entre 120 a 300 segundos.

4. CONCLUSÕES

Com este estudo foi possível avaliar que, para as condições apresentadas, o tempo de residências no sistema foi satisfatório, já que mais da metade das partículas permaneceram no reator por cerca de 3 minutos. Esta técnica representa uma maneira simples e direta de se determinar o tempo de retenção das partículas.

Agradecimentos

Agradecemos a professora orientadora Fernanda da Cunha Pereira pelo auxílio e tempo dedicados no desenvolvimento desta pesquisa

5. REFERÊNCIAS

- [1] LEVENSPIEL, O. Engenharia das Reações Químicas. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2000.
- [2] SCHMAL, M. Cinética e Reatores: Aplicação a Engenharia Química - teoria e exercícios. 2ª ed. Rio de Janeiro: Syn-ergia, 2010.
- [3] FOGLER, H. SCOTT, 1939-. Elementos de engenharia das reações químicas. Verônica Calado (Trad.); Evaristo C. Biscaia Jr. (Trad.). 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.