



Estudo da razão comprimento/diâmetro de tubulação de óleo de girassol e de etanol para o escalonamento da produção de biodiesel em microrreatores

Fernando Liedmann*, Mariana G. M. Lopes, Osvaldir P. Taranto e Harrson S. Santana

Resumo

O presente trabalho busca encontrar uma razão comprimento/diâmetro para os tubos de conexão dos distribuidores de vazão e microrreatores de forma a igualar as perdas de pressão do etanol e do óleo, reagentes que escoam separadamente nesses tubos. Isso proporciona uma grande melhora para a reação no microrreator.

Palavras-chave:

Microfluídica, Biodiesel, Microplanta.

Introdução

Ao misturar óleo de girassol com etanol e um catalisador, como o hidróxido de sódio, há a produção de biodiesel pela reação de transesterificação. É possível realizá-la com microrreatores. Estes melhoram a área de contato e o rendimento da reação. De forma a aumentar a produção, utiliza-se o escalonamento, ou seja, colocar vários microrreatores em paralelo, obtendo uma microplanta. Antes dos reagentes serem misturados nos microdispositivos, eles passam por um distribuidor de vazão que uniformiza o fluxo em cada microrreator. No escoamento dos reagentes nos tubos que ligam os distribuidores aos microdispositivos, a grande diferença de viscosidade entre o óleo e o etanol pode afetar muito o processo, pois, sob as mesmas condições, a perda de pressão do óleo será muito maior que a perda de pressão do etanol. Então, o óleo escoará lentamente até a entrada do microrreator, podendo até mesmo obstruir o escoamento do etanol. Utilizando a equação da energia e o coeficiente de Darcy para escoamento laminar, é possível obter uma expressão para o cálculo da perda de pressão nos tubos – $\Delta P = 128L_n\mu Q/\pi D^4$, em que ΔP é a perda de pressão em tubulações, L_n é o comprimento da tubulação, μ é a viscosidade dinâmica do fluido, Q é a vazão e D é o diâmetro da tubulação.

Assim, esse trabalho avaliou a queda de pressão em função de diferentes alturas e vazões para uma microplanta química composta por quatro microrreatores utilizados na síntese de biodiesel com o objetivo de igualar a perda de pressão de óleo de girassol e etanol para os microrreatores utilizados.

Resultados e Discussão

Para o início do estudo foram estabelecidos os seguintes critérios, baseado em estudos anteriores: Comprimento do tubo de etanol ($L_{et,1} = 6$ cm), altura até o distribuidor de vazão de etanol ($H_{et,1} = 4,3$ cm), o que resulta em uma razão L/H de 1,4. A razão de vazão óleo/etanol ($Q_{ól}/Q_{et}$) é 1,8 e os tubos utilizados foram tubos Masterflex com diâmetro de 6,4 mm para o óleo e de 3,1 mm para o etanol. Assim, a única variável desconhecida é o comprimento do tubo de óleo ($L_{ól,1}$) que pode ser encontrado ao aplicar a ferramenta Solver do Excel. Após obtê-lo, a altura até o distribuidor de vazão de óleo ($H_{ól,1}$) é encontrada. A diferença de altura entre cada microrreator (ΔH) é igual a 2,4 cm. Então, pelas seguintes Equações $H_{st,n} = H_{st,1} + (n - 1)\Delta H$ e $L_n = 1,4\Delta H$, obtém-se as alturas dos outros microrreatores em relação ao distribuidor de vazão de etanol e o comprimento do tubo de etanol, respectivamente. Com a mesma lógica utilizada

para o microrreator 1, obtém-se o comprimento do tubo de óleo para os outros microrreatores. Todos os dados obtidos estão na Tabela 1, a qual mostra que para as vazões consideradas é possível obter um conjunto de configurações (H e L) em que as quedas de pressões são iguais para ambos os reagentes. A Figura 1 mostra a perda de carga em função da vazão para os quatro microrreatores, em que é possível observar o mesmo comportamento em diferentes vazões.

Tabela 1. Valores obtidos para o comprimento do tubo de óleo ($L_{ól}$) e para a diferença de altura do microrreator ao distribuidor de óleo ($H_{ól}$) ao igualar a perda de pressão. Q em mL.min⁻¹, H e L em cm e ΔP em Pa.

Microrreator	Q_{et}	H_{et}	L_{et}	$Q_{ól}$	$H_{ól}$	$L_{ól}$	ΔP
1	30,0	4,30	6,00	54,0	0,94	1,32	15,8
2		6,70	9,35		1,47	2,05	24,6
3		9,10	12,7		2,00	2,79	33,4
4		11,5	16,0		2,52	3,52	42,3

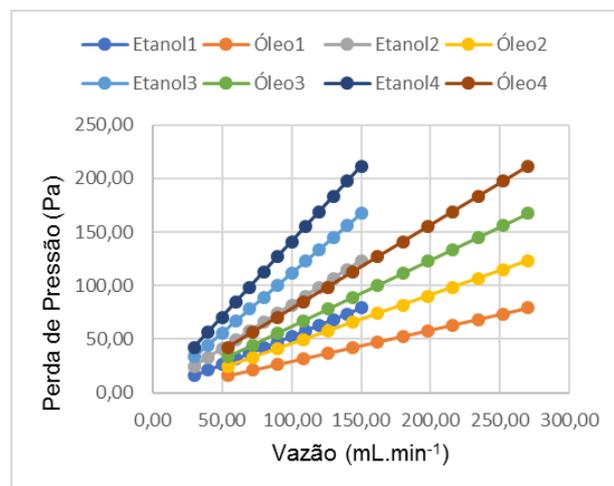


Figura 1. Influência da vazão na perda de pressão nas entradas de etanol e óleo dos quatro microrreatores.

Conclusões e Agradecimentos

Como o óleo é mais viscoso que o etanol, a sua perda de pressão é muito maior para um mesmo comprimento e diâmetro de tubo. Então, analisando o cálculo da perda de pressão, observou-se um comprimento do tubo de óleo menor e o diâmetro maior, de modo a diminuir essa perda de pressão e igualar à perda do etanol. Em trabalhos futuros, experimentos serão realizados para confirmar os resultados obtidos aqui. Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPESP – Processo 2016/20842-4.