



IMOBILIZAÇÃO E EMPACOTAMENTO DE REATOR IN SITU UTILIZANDO LI-PASE E POLIURETANO PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

WESLLER BAÚ^{1,2}, MARCELA LEOHNARDT LAGO³, CLARISSA DALLA ROSA^{2,4}.

1. INTRODUÇÃO

Os produtos obtidos através da conversão de óleos vegetais em ésteres monoalquílicos por processos de transesterificação ou esterificação podem ser chamados de biodiesel.

A catálise química vem sendo o processo mais utilizado na produção de biodiesel, porém essa técnica apresenta algumas desvantagens como o elevado uso de solventes que apresentam alta toxicidade e dificuldade em sua degradação. Tendo isso em vista, a produção de biodiesel a partir de catalisadores enzimáticos vem ganhando destaque durante os últimos anos por apresentar inúmeras vantagens sobre o processo químico. A utilização de enzimas imobilizadas possui algumas vantagens sendo uma das principais a recuperação e reutilização das mesmas além de possuir facilidade no desenvolvimento de processos em escala comercial. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a produção de biodiesel enzimático a partir de óleo de soja refinado, com a enzima NS-40116 em sua forma livre e imobilizada em poliuretano.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de ésteres em reações utilizando a enzima NS-40116 na forma livre e imobilizada em poliuretano em reator tubular como forma de empacotamento e imobilização simultâneos.

3. METODOLOGIA

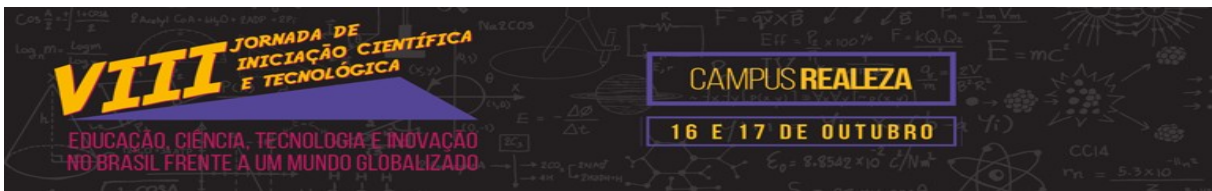
O catalisador enzimático utilizado na presente pesquisa foi a enzima NS-40116 produzida pela indústria Novozymes.

¹Acadêmico do curso de Engenharia ambiental e Sanitária, Universidade Federal Fronteira Sul ,*campus* Erechim, bolsista PROBITI/FAPERGS, contato: bauwesller0@gmail.com

²Grupo de Pesquisa em Resíduos, Geotecnia Ambiental e Poluição Atmosférica.

³Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, contato: marcelallago@hotmail.com

⁴Professor Doutor do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, **Orientador**, contato: Clarissa.dallarosa@uffs.edu.br



Para serem realizados ensaios de processos em um sistema contínuo, se fez necessário confirmar dados acerca da concentração da enzima em sistema batelada para verificar qual a concentração mais adequada da mesma frente ao suporte de imobilização. Para isso, foram feitos testes de atividade enzimática e determinação de ésteres.

(a) Determinação da Atividade Enzimática

O processo de imobilização da enzima NS-40116 em poliuretano seguiu o procedimento descrito por Nyari (2013) nas concentrações de 1,5%, 3,5% e 6,0%.

(b) Determinação de Ésteres

A metodologia adotada para a determinação da quantidade de ésteres foi a Norma Europeia (NE) 14103 e as mesmas foram previamente preparadas e então injetadas em cromatógrafo gasoso (GC) (Shimadzu 2010), com injetor automático (Split) e detector de ionização de chama (FID).

(c) Reações de Transterificação

Foram definidas as condições de razão molar óleo:etanol e teor de água conforme investigação realizada por Santos (2016). O Planejamento Experimental fatorial 2^2 foi executado de acordo com a Tabela I, sendo que o ponto central foi realizado em triplicata.

Os ensaios seguiram o planejamento descrito anteriormente e posteriormente adicionou-se 5 mL de heptano e as amostras foram submetidas a centrifugação (10°C durante 20 minutos) com a finalidade de promover a separação da enzima e o carreamento dos ésteres para a fase orgânica.

Os resultados das etapas descritas anteriormente devem apontar a potencialidade de realização das reações em sistema contínuo, frente com a imobilização da enzima NS-40116 na forma livre e imobilizada em poliuretano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

(a) Determinação da atividade da enzima NS-40116 após imobilização

Os resultados obtidos através da atividade enzimática da enzima descrita foram utilizados como base para determinar a viabilidade da utilização da imobilização em poliuretano da enzima NS-40116. Segundo a tabela II, os melhores resultados de atividade enzimática foram obtidos com concentração de 3,5% no processo de imobilização.



(b) Determinação de ésteres etílicos

Segundo a tabela I observa-se que o maior valor de conversão de ésteres encontrado foi no ensaio 7 com 89,5%. Comparando-se com o ensaio 4 onde estão os maiores valores de teor de água (4%), e razão molar óleo-etanol (1:9) a conversão de ésteres encontradas foi de 87%, podendo-se perceber que a incrementação das condições apresentadas não apresenta vantagens na produção de ésteres. Ainda observa-se que o incremento de água favorece a produção de ésteres.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a potencialidade na produção de ésteres, percebe-se que a enzima livre apresenta superior vantagem em relação a enzima imobilizada. Enquanto na enzima imobilizada os resultados de conversão em ésteres foram de 42,6%, na utilização da enzima livre esses resultados foram de 89,5%.

Sendo assim, é possível perceber que a utilização da enzima NS-4016 imobilizada em poliuretano não apresenta vantagens em termos de produção de ésteres no sistema proposto quando comparada a utilização na forma livre. Para utilização da enzima imobilizada são necessários mais estudos ampliando os resultados obtidos nesta investigação, com vistas a melhoria dos resultados da produção de ésteres com a enzima imobilizada e investigação sobre o reuso desta enzima, afim de que possam ser melhor avaliadas suas potencialidades de aplicação.

Tabela I - Matriz do planejamento experimental e conversão de ésteres etílicos para diferentes condições experimentais

Ensaio	Razão molar Óleo:Etanol	Teor de água (m/m)	Teor de Éster (%)	
			NS-4016 imobilizada	Teor de Éster (%) NS-4016 livre
1	-1 (1:3)	-1 (0%)	4,4	61,2
2	+1 (1:9)	-1 (0%)	11,4	71,4
3	-1 (1:3)	+1 (4%)	11,3	66,5
4	+1 (1:9)	+1 (4%)	42,6	87
5	0 (1:6)	0 (2%)	26,7	87,6
6	0 (1:6)	0 (2%)	29,8	87,6
7	0 (1:6)	0 (2%)	27,2	89,5

Tabela II - Ensaios preliminares de atividade das enzimas NS-40116 em suporte de poliuretano



Concentração de Enzima	Ensaio	AE NS-40116 (U/g)
1,5	(1)	354,31
1,5	(2)	273,10
1,5	(3)	358,62
3,5	(1)	2794,85
3,5	(2)	2527,15
3,5	(3)	2588,96
6,0	(1)	2201,02
6,0	(2)	1755,21
6,0	(3)	1524,72

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, L. O. **Produção de biodiesel por transesterificação enzimática de óleo de soja.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

DALLA ROSA, et al. Lipase-catalyzed production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in compressed propane. **The Journal of Supercritical Fluids.** v.47, n.49-53, 2008.

NYARI, N. L. D.. **Estudo da imobilização de lipase de candida antarctica b em poliuretano.** 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2013.

NYARI, N. L. D. **Aplicação da lipase de *Candida antarctica in situ* em poliuretano em reações de síntese de ésteres em sistema livre de solvente.** 2013. 237 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2017.

SANTOS, J. M. B. **Produção de ésteres metílicos a partir de óleo de macaúba bruto (*Acrocomia aculeata*) empregando enzima livre.** 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Palavras-chave: Biodiesel, catalizadores enzimáticos, NS-40116, transesterificação.

Financiamento: PIBITI/FAPERGS