

GePProBio: SOFTWARE PARA O GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL INTEGRANDO DADOS DE PROCESSO COM RESULTADOS DE ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS

Silva, P.H.L.M.¹, Perez, V.H.²

¹UENF/Laboratório de Ciências Matemáticas, pedrolmota@gmail.com

²UENF/Laboratório de Tecnologia de Alimentos, victorh@uenf.br

Resumo – A importância da produção de biodiesel no Brasil e no mundo tem crescido de forma significativa considerando que os combustíveis fósseis são poluentes e não renováveis e a tendência mundial é a busca por combustíveis alternativos, tais como etanol e biodiesel. Este último, é produzido pela reação de transesterificação onde os reagentes são constituídos por um óleo de fonte vegetal ou animal, um álcool e catalizador. Este é um processo aparentemente simples, no entanto, na prática ele se apresenta como um processo que envolve um conjunto de etapas, além da complexidade da composição das diferentes matérias-primas requeridas. Neste contexto, este trabalho tem como foco desenvolver um programa computacional para o gerenciamento do processo de produção de biodiesel o qual contempla desde a concepção do fluxograma até os cálculos de rendimento global do processo.

Palavras-chave: biodiesel, computação aplicada, programa de gerenciamento

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

Os combustíveis fósseis possuem relacionados a sua utilização um conjunto de problemas sendo os mais relevantes aqueles associados a poluição ambiental e ao aquecimento global. Neste contexto, a corrida mundial pelos biocombustíveis visa resolver paliativamente estes problemas. Particularmente, o biodiesel se apresenta como uma alternativa atrativa para substituir total ou parcialmente o diesel. Seu processo de produção embora aparentemente simples, na prática resulta em um conjunto de etapas complexas dada a própria natureza das matérias-primas normalmente usadas que vão desde óleos vegetais como Soja, Babaçu, Palma, até gorduras de origem animal e residual como óleo de frituras (KNOTHE et al., 2006).

Desta forma, o presente trabalho tem como foco o desenvolvimento de um programa computacional que visa auxiliar as atividades relacionadas com a produção de biodiesel, de modo que seja possível através deste programa fazer o gerenciamento de qualquer processo. Este trabalho se insere dentro da computação aplicada e sua relevância se dá pelo fato de fornecer aos técnicos um retorno rápido e eficiente, de ambos, produto e processo. Informações como o rendimento do biodiesel, calculado através da análise de cromatografia gasosa, densidade e de balanços calor e massa são essenciais para avaliar de forma efetiva a viabilidade da produção, discriminando comparativamente os resultados experimentais com dados teóricos máximos possíveis de formação de biodiesel em virtude da composição de ácidos graxos para cada óleo reportado na literatura.

Metodologia

Para o desenvolvimento do software GePProBio (Programa de Gerenciamento do Processo de Produção de Biodiesel) foi adotado C++ como linguagem de programação (STROUSTRUP, 2000) e como interface gráfica escolheu-se empregar a interface FLTK (Fast Light Toolkit) uma biblioteca gráfica para a criação de janelas que permite estabelecer um ambiente amigável entre usuário/software (SWEET et al., 2009). Ao mesmo tempo, utilizamos outra biblioteca de classes chamada LibHaru (Haru Free PDF Library) visando apresentar os relatórios de resultados do software em formato PDF (DOVGAL, 2008). Também utiliza-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL para geração e manutenção de um Banco de informações de propriedades físico-químicas de óleos e Biodiesel.

A validação do programa computacional foi realizada usando dados experimentais de produção de biodiesel obtido pela rota enzimática a partir da transesterificação de óleo de babaçu e etanol cuja reação genérica a título ilustrativo e apresentada na Figura 1.

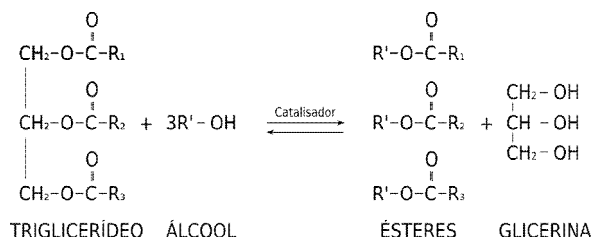


Figura 1. Representação esquemática da reação de transesterificação para a formação de biodiesel (KNOTHE et al., 2006).

Resultados e Discussão

O desenvolvimento do software segue uma sequência de etapas visando a estruturação lógica de sua concepção. O software é capaz de apresentar uma interface amigável que integra a configuração gráfica de um fluxograma de processo com as informações requeridas para calcular os balanços de calor e massa, assim como, os rendimentos da

produção de biodiesel e geração de subprodutos por diferentes rotas reação.

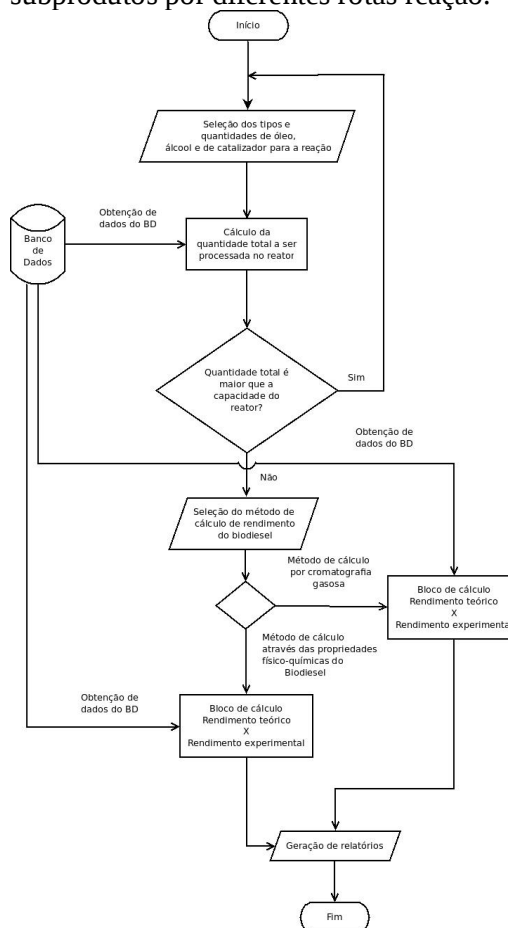


Figura 2. Algoritmo geral do desenvolvimento do Software GePProBio.

O Software segue um algoritmo lógico de execução, representado na Figura 2, que percorre as várias fases da produção de biodiesel. Desde a seleção da matéria-prima ao cálculo do rendimento do biodiesel de acordo com o método escolhido e geração de relatório.

O rendimento global do processo pode ser feito através de modelos matemáticos ajustados a partir de dados de propriedades físicas como a densidade e a viscosidade de acordo com a Equação 1 ou através de informações cromatográficas. Neste último caso, o cálculo do rendimento da reação de formação de biodiesel é feito com base na massa total obtida de ésteres etílicos em relação a massa teórica esperada de ésteres correspondentes à composição de ácidos graxos para cada óleo em questão. Desta

forma, visando a validação do Software, na Tabela 1 apresenta-se a título ilustrativo os resultados da simulação do rendimento da produção de biodiesel usando óleo de babaçu pela rota enzimática.

$$R = f[\rho, \mu, \text{tipo de óleo}] \quad (1)$$

em que: R - expressa rendimento em %; ρ - expressa a densidade do biodiesel g/cm^3 ; μ - expressa a viscosidade em cP.

Tabela 1. Resultado da validação do Software GePProBio, mostrando os ésteres de etila formados (Biodiesel) a partir de dados experimentais obtidos da reação de óleo de babaçu e etanol por via enzimática em reator volumétrico de vidro com geometria esférica com agitação magnética a 150 rpm a temperatura de 60°C.

Ácidos graxos	Área de pico obtida por cromatografia gasosa	Rendimento/ácido graxo (%)
Caprilico – C8	1121755	71,50
Caprico – C10	1249174	91,46
Láurico- C12	12920370	104,95
Mirístico – C14	5461213	100,02
Palmítico-C16	3103051	100,00
Esteárico – C18	995021	73,92
Oléico – C18:1	3682080	89,89
Rendimento Global		90,25

Como pode ser observado os valores de rendimentos individuais de ésteres formados por ácido graxo presente no óleo, raramente ultrapassam 100%, o que sugere uma boa coerência entre o produto formado e a composição inicial de ácidos graxos no óleo. Contudo, quando eventualmente estes valores sejam superiores aos valores máximos possíveis o programa faz um alerta ao usuário e simultaneamente corrige o resultado para o valor máximo permitido, isto é, 100% de conversão com uma tolerância aproximada de $\pm 5\%$.

Conclusões

O programa (GePProBio) se insere dentro da computação aplicada, dessa forma, visa auxiliar a estimativa dos balanços de calor e massa do processo de obtenção de Biodiesel por diferentes rotas. Os Resultados da simulação sugerem um bom desempenho do algoritmo computacional. Apesar dos avanços, o software ainda se encontra em plena fase de aprimoramento e quando concluído espera-se que permita a tomada de decisões no setor de Engenharia de Processos em todas as etapas envolvidas na operação da planta de biodiesel.

Agradecimentos

Programa PIBIC-CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- DOVGAL A. *libHaru Documentation*. 2008. Disponível em: <<http://libharu.org/wiki/Documentation>>. Acesso em 22 de fevereiro de 2009.
- KNOTHE G., GERPEN J.V., RAMOS L.P., Manual de Biodiesel. Editora Edgard Blucher, São Paulo, Brasil. 2006.
- MOREIRA A.B.R.; PEREZ V.H.; ZANIN G. M.; CASTRO H.F. Biodiesel Synthesis by Enzymatic Transesterification of Palm Oil with Ethanol Using Lipases from Several Sources Immobilized on Silica-PVAComposite. **Energy Fuels**, 2007, 21 (6), pp 3689–3694. DOI: 10.1021/ef700399b
- STROUSTRUP B. A Linguagem de Programação C++. 3ª Ed.. Bookman, Porto Alegre, Brasil. 2000.
- SWEET, M., CRAIG P.E., MATTHIAS M., SPITZAK B. *FLTK 1.1.10 Programming Manual. Revision 10*. 2009. Disponível em: <<http://www.fltk.org/doc-1.1/>>. Acesso em 21 de abril de 2010.