

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Estudo da influência da velocidade de rotação e da concentração em um misturador de diesel e biodiesel utilizando CFD

AUTORES:

Victor Gabriel Santos Silva, João Inácio Soletti, José Luís Gomes Marinho

INSTITUIÇÃO:

Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO E DA CONCENTRAÇÃO EM UM MISTURADOR DE DIESEL E BIODIESEL UTILIZANDO CFD

Abstract

In the goal of lowering the environmental impact caused by fossil fuel pollutant emission, the biodiesel is the most viable alternative for total or partial substitution of the petroleum-based diesel. Nowadays, the legislation determines the use of the 7% biodiesel blend to the petroleum diesel (B7 mixture). The refineries and distributors are authorized to make the mixture, possibly in mixing tanks, mainly in regions of very low temperatures, where is harder to mix, due to the very high viscosity of the biodiesel.

Small improvements in the efficiency of the agitation process can lead to great investments and operational cost reduction, mostly due to the large volume of material related. For studying and optimizing this operation, the local behavior inside the mixing vessel can be estimated using computational fluid dynamics techniques (CFD). CFD is the denomination given to the group of mathematical, numerical and computational techniques used to obtain, visualize and interpret computational solutions to the conservation equations of physical variables of interest in a given flow.

In this article, the study was about the concentration distribution, for different rotation velocities and concentrations using Ansys CFX 15. The results were obtained using stationary models and went as expected.

Introdução

Na expectativa de diminuir o impacto ambiental causado pela emissão de poluentes gasosos dos combustíveis fósseis, o biodiesel é a alternativa mais promissora para a substituição total ou parcial do diesel a base de petróleo, devido aos seus benefícios ambientais (Nazario et al., 2014). As vantagens do biodiesel têm incentivado a concepção de novas abordagens para a sua produção e de processamento para se obter um combustível de alta qualidade.

Na matriz energética brasileira a utilização do biodiesel como combustível vem ocorrendo de maneira gradual e progressiva incentivado pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (Lei n ° 11.097/05). Em cumprimento da legislação, atualmente vem sendo utilizada misturas de diesel/biodiesel com o objetivo de diminuir as emissões de dióxido de carbono. O biodiesel pode ser usado em qualquer mistura com gasóleo por ter características físico-químicas semelhantes às do diesel de petróleo, (DEMIBRAS, 2003). A porcentagem de biodiesel presente no diesel é adequadamente designada como “misturas de biodiesel”, atualmente no Brasil o diesel já é comercializado a mistura B7, que está de acordo com Projeto de Lei de Conversão 14/2014, decorrente da Medida Provisória 647/2014 (FERNANDES et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

O processo de mistura de diesel com biodiesel, em qualquer proporção é possível e recomendado, a fim de melhorar a qualidade do combustível e por isso tem sido amplamente estudado. No entanto, a mistura biodiesel / diesel é uma mistura muito complexa. Estão presentes no biodiesel compostos de ésteres, glicerídeos, pigmentos e antioxidantes. Os compostos no diesel são naftênicos, parafínicos e aromáticos, em diferentes proporções. As misturas desses compostos provocam diferenças nas propriedades físico-químicas e dessa forma os parâmetros de qualidade do biodiesel são

importantes para os usuários finais, pois podem afetar o desempenho do motor e as emissões de poluentes. Devido à mistura, várias alterações podem ser percebidas, tais como: viscosidade, ponto de fluidez, ponto de nevoa, densidade, número de cetano, cor, calor de combustão, teor de enxofre, volatilidade, estabilidade à oxidação, lubricidade e turbidez (CAIRES et al., 2012; KOZAK et al., 2013; ZARSKA et al., 2014).

No Brasil, a ANP é o órgão responsável pela definição de padrões para a certificação da qualidade do biodiesel, com o objetivo de estabelecer os limites permitidos de contaminantes, que causam danos para o desempenho do processo de combustão em motores e conteúdo de gases tóxicos emitidos (FERNANDES et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

Diante disto, é importante estudar o comportamento dessa mistura, visto que o biodiesel ao ser acrescido ao diesel, oferece vantagem ambientais, mas traz algumas complicações operacionais. O comportamento local dentro do tanque de mistura pode ser estimado utilizando-se técnicas da Fluidodinâmica Computacional CFD (Computational Fluid Dynamics). O CFD é a denominação conferida ao grupo de técnicas matemáticas, numéricas e computacionais usadas para obter, visualizar e interpretar soluções computacionais para as equações de conservação, de grandezas físicas de interesse em um dado escoamento (FONTES et al, 2005).

Metodologia

Um estudo que utiliza técnicas de fluidodinâmica computacional normalmente é dividido em três etapas:

1. Geração de geometria e malha;
2. Configuração de modelos, condições de contorno e iniciais;
3. Resolução do problema e visualização do resultado.

A malha para o estudo é parte da documentação do Ansys 15 e pode ser encontrado no Capítulo 17 do tutorial do software CFX, portanto o trabalho engloba apenas etapas 2 e 3. O exemplo simula a mistura de ar em água num tanque de mistura, utilizando modelo de partículas. O tutorial fornece duas malhas, uma para o tanque e outra para a região que contém o impelidor, sendo que ambas são seções de um quarto da geometria completa e utilizam simetria para obter os resultados em levando em consideração o tanque completo.

Na etapa de configuração, utilizou-se o modelo de euleriano-euleriano de mistura para representar as relações entre os fluidos, que é um modelo simples para fluidos contínuos que trata ambas as fases simetricamente. Como temos duas malhas, uma para o tanque (domínio estacionário) e outra para o impelidor (domínio rotacional), a relação entre eles foi modelada utilizando o modelo de múltiplos quadros de referência disponível no CFX. A interface entre os domínios utilizada foi a *Frozen Rotor*. Como é esperado que a mistura seja homogênea, foi utilizado o modelo homogêneo que representa os fluidos com compartilhamento de campo de fluxos e turbulência, devido a uma alta troca entre fases. Para turbulência, foi utilizado o modelo k-epsilon. O biodiesel e o diesel foram adicionados como novos materiais e suas propriedades obtidas na literatura, para o diesel (FISPQ, 2014) e para o biodiesel (PEITER, 2013).

O *solver* utilizado foi o Ansys CFX-solver 15, com o passo de 2 s e critério de convergência 10^{-4} para os residuais RMS (root mean square) que consistem na raiz do quadrado do erro de cada função objetivo, no caso em questão, conservação de massa e momento, pois não há análise de troca

de calor. Foram realizadas simulações para misturas B5, B10, B15 e B20 (onde o número representa a porcentagem de biodiesel presente) e com velocidades de rotação de 80, 100, 120 e 140 rpm.

Resultados e Discussão

Avaliamos a influência da velocidade de rotação em diferentes concentrações de biodiesel, obtendo assim as Figuras 1 (B5), 2 (B10), 3 (B15) e 4 (B20), observe que o título de cada janela indica a concentração e a velocidade de rotação em questão.

Figura 1 – Distribuição de concentração na mistura B5

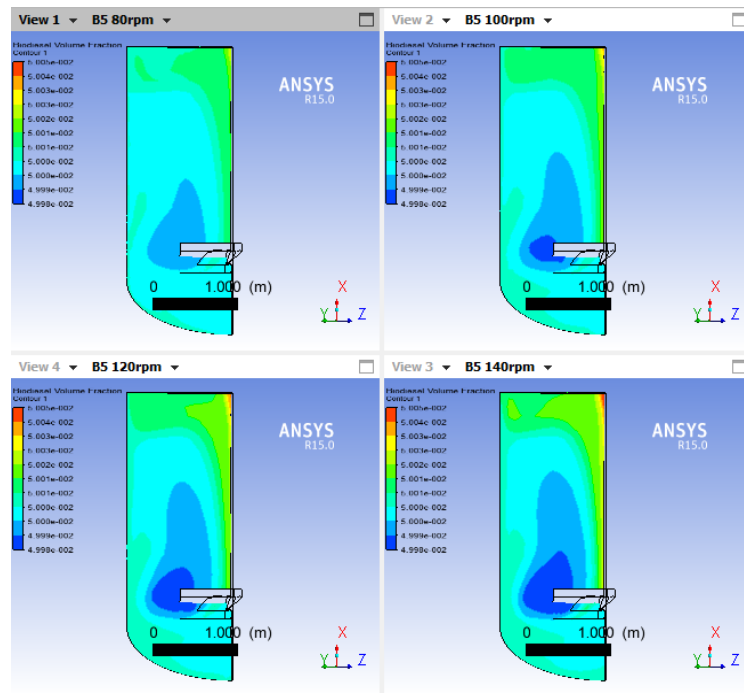


Figura 2 – Distribuição de concentração na mistura B10

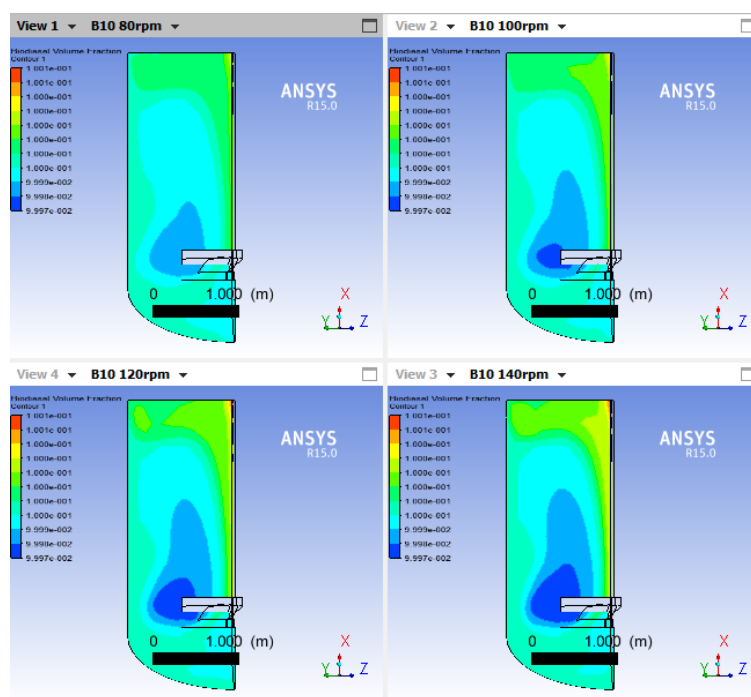


Figura 3 – Distribuição de concentração na mistura B15

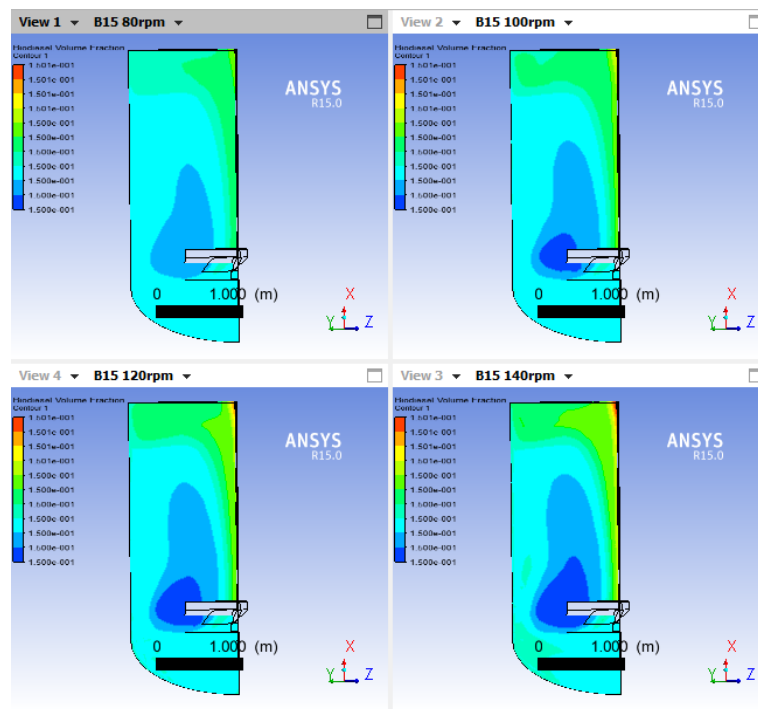
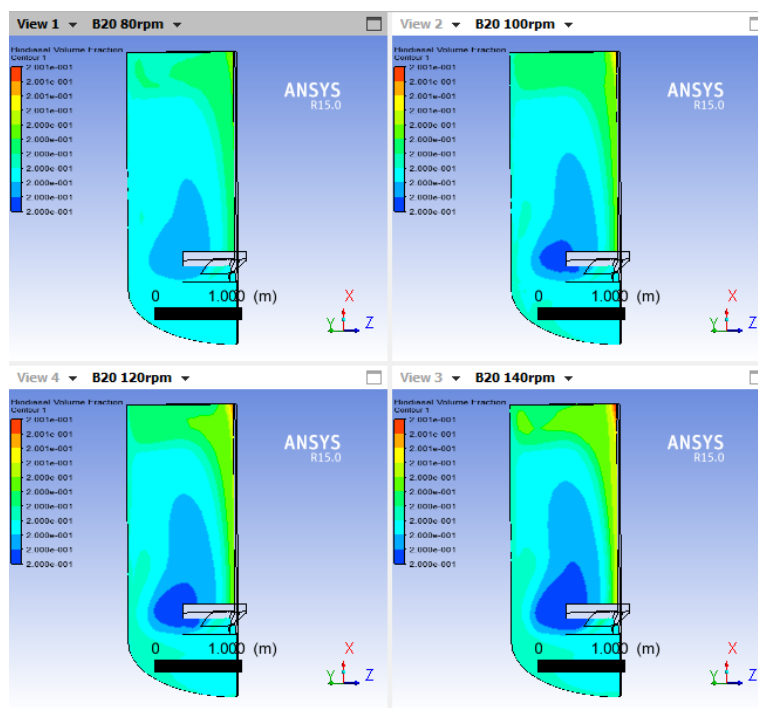


Figura 4 – Distribuição de concentração na mistura B20



Como podemos observar que para uma dada concentração, o aumento da velocidade, após atingida a mistura do diesel e do biodiesel, forma um vórtice no interior do tanque, que tende a separar as substâncias novamente, devido à diferença de densidade entre elas. Podemos perceber também, que esse aumento é mais expressivo, quando a concentração é maior.

A distribuição do biodiesel no tanque à uma mesma velocidade foi bastante semelhante, provavelmente porque a agitação não é tão intensa.

Conclusões

Pudemos notar a partir desse trabalho, que a rotação intensa não é adequada após a mistura foi completa, pois isso acarreta numa tendência de formação de regiões menos concentradas, devido às diferenças de densidade entre o biodiesel e o diesel.

Agradecimentos

Agradecemos ao PRH-40 (Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis -ANP) pelo fomento ao fomento ao conhecimento e apoio à pesquisa. Também ao Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (LASSOP/UFAL), onde foram realizados os estudos e simulações.

Referências Bibliográficas

CAIRES, A.R.L.; LIMA, V.S.; OLIVEIRA, S.L. **Quantification of biodiesel content in diesel/biodiesel blends by fluorescence spectroscopy: Evaluation of the dependence on biodiesel feedstock.** *Renewable Energy*, v. 46, p. 137-140, 2012.

DEMIRBAS, A. **Biodiesel Fuels from Vegetable Oils via catalytic and non-catalytic supercritical alcohol transesterifications and other methods: a survey.** *Energy conversion and Management*, v. 44, p. 2093-2109, 2003.

FERNANDES, D.D.S.; GOMES, A.A.; COSTA, G.B.; SILVA, G.W.B.; VERAS, G. **Determinations of biodiesel content in biodiesel/diesel blends using NIR and visible spectroscopy with variable selection.** *Talanta*, v.87, p. 30-34, 2011.

Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Petrobras Nº FISPQ: BR0109, 2014.

FONTES, C. E., GUIMARÃES, F. M. **Process optimization through computational fluid dynamics case studies.** 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering. Rio de Janeiro, 2005.

KOZAK, L.; NIEDZIELKI, P.; WACHOWIAK, W. **The tandem analytical method of flow injection diode array spectrophotometry and flame atomic absorption spectrometry (FI-DAD(vic)- FAAS) in iron speciation studies using 1, 10-phenanthroline complexes.** *Microchemical Journal*, 2013.

NAZARIO, J. L. **Avaliação do Efeito da Agitação e Mistura no Processo de Produção do Biodiesel de Mamona via Transesterificação Metílica.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió – AL, 2014.

PEITER, A. S. **Avaliação do efeito de diferentes impelidores, da presença de chicana e da velocidade de agitação na produção de biodiesel de soja via transesterificação etílica.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió – AL, 2013.

SOUZA, J.E.; SCHERER, M. D.; CACERES, J.A.S.; CAIRES, A.R.L.; M'PEKO, J.C. **A close dielectric spectroscopy analysis of diesel/biodiesel blends and potential dielectric approaches for biodiesel content assessment.** *Elsevier Fuel* 105 (2013) 705-710.

ZARSKA, M.; BARTOSZEK, K.; DZIDA, M. **High pressure physicochemical properties of biodiesel components derived from coconut oil or babassu oil.** *Fuel*, v. 125, p. 144–151, 2014.