

## **OS SENSORES ELETRÔNICOS E UM ESTUDO DE SUA VIABILIDADE PARA ESTIMAR O TEOR DE BIODIESEL NO DIESEL**

MAIEZA NASCIMENTO BORGES<sup>1</sup>, MÁRIO POPOLIN NETO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Araraquara, maieza.borges@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestre em Computação, Professor, IFSP, Câmpus Araraquara, mariopopolin@ifsp.edu.br.  
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.04.01-0 Hardware

Apresentado no

8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP  
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

**RESUMO:** Este projeto visa estudar a viabilidade do uso de sensores eletrônicos comuns para a caracterização do teor de biodiesel no óleo diesel comercial, uma vez que este fator é apontado como segundo maior causador de reprovações do diesel em testes de conformidade. São apresentados quatro sensores capazes de identificar propriedades de líquidos, em que três foram apontados como ineficientes para estimar o teor de biodiesel no óleo diesel. Acredita-se que o sensor óptico infravermelho deva ser testado a fim de verificar sua validade na resolução deste propósito.

**PALAVRAS-CHAVE:** biodiesel; biodiesel-diesel; teor de biodiesel; sensores eletrônicos.

### **THE ELECTRONIC SENSORS AND A STUDY IN THEIR VIABILITY TO ESTIMATE THE BIODIESEL CONTENT IN DIESEL**

**ABSTRACT:** This project aim to study the viability in using usual electronic sensors for the characterization of biodiesel content in blends with commercial diesel, once this factor is pointed out as the second major culprit in failure of diesel in tests of conformity. Four sensors capable of identifying liquid properties are presented, where three are pointed out as inefficient to estimate the biodiesel content in diesel fuel. The Infrared optical sensor needs to be tested to verify its validity in the resolution of this purpose.

**KEYWORDS:** biodiesel; biodiesel-diesel; biodiesel content; electronic sensors.

### **INTRODUÇÃO**

Conforme cresce a demanda por combustíveis, aumenta também a necessidade de alternativas renováveis para diminuir a indispensabilidade da extração de materiais fósseis. Desse modo, investimentos e estudos na área de biocombustíveis tornam-se cada vez mais desejáveis. O biocombustível em destaque atualmente é o biodiesel, produzido a partir da transesterificação de álcoois com triglicerídeos encontrados em óleos vegetais, animais ou outras fontes.

As propriedades físico-químicas do biodiesel permitem que este seja usado como um substituto ao óleo diesel comum, no entanto, devido principalmente ao alto custo de sua produção, comercializa-se a mistura biodiesel-diesel. Essa mistura é incentivada pelo governo brasileiro, que

através da lei nº 13.033, alterada pela lei nº 13.263, estabeleceu a obrigatoriedade da adição de biodiesel no óleo diesel. Inicialmente a adição obrigatória era de um percentual mínimo de 5% em volume de biodiesel, e atualmente esse percentual passou a ser de 8% em volume.

A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável pela normatização do biodiesel puro e de sua mistura com o óleo diesel. As maneiras atuais para a determinação da concentração de biodiesel na mistura com o diesel reconhecidas pela ANP utilizam técnicas de espectroscopia na região do infravermelho, método de alto custo que precisa ser operado por técnicos qualificados, fazendo-se necessário recorrer aos laboratórios. Com isso, é crescente o número de pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novas técnicas. Geralmente as pesquisas tratam desta questão utilizando variações da espectroscopia e da cromatografia, que requerem procedimentos complexos. Desse modo, este trabalho estuda a possibilidade de determinar o teor de biodiesel no óleo diesel de forma simples utilizando sensores eletrônicos comuns e de baixo custo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O método de revisão sistemática adotado neste projeto se baseia no guia desenvolvido por Kitchenham et al. (2009), que afirma que a revisão deve ser realizada seguindo etapas, sendo as principais: especificar questões de pesquisa, avaliar e selecionar estudos primários, e então desenvolver um relatório. As questões de pesquisa relacionadas à este trabalho são:

- Quais são os sensores disponíveis atualmente para caracterização de propriedades de líquidos?
- Quais propriedades do diesel que se alteram na adição de biodiesel? Essas alterações são proporcionais ao volume adicionado de biodiesel?

A partir das questões de pesquisa criou-se a seguinte lógica de busca: (("sensor" OR "electronic sensor" OR "liquid sensor") AND ("biodiesel" OR "biofuel") AND ("diesel") AND ("blend")), aplicada nas bases científicas IEEE Xplore Digital Library<sup>1</sup> e Google Scholar<sup>2</sup>.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os sensores eletrônicos encontrados na revisão sistemática capazes de caracterizar propriedades de líquidos foram: sensor de pH, sensor de condutividade, sensor de turbidez e sensor óptico infravermelho.

Segundo Thomazini e Albuquerque (2011), o sensor de pH fornece o pH (medida de acidez ou alcalinidade de uma solução) através da inserção de dois eletrodos no líquido, sendo um de vidro com superfície sensível e outro de referência. Contudo, conforme descrito no material fornecido pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) sobre procedimentos para preservação da qualidade do óleo diesel tipo B (com presença de biodiesel), o pH deste combustível deve estar sempre próximo à neutralidade para evitar a corrosão de peças metálicas. Portanto, este parâmetro deve se manter na faixa 6-7 independente da concentração de biodiesel.

A condutividade elétrica de um líquido é medida utilizando um arranjo de dois eletrodos e introduzindo o material de amostra como um dielétrico (isolante elétrico) ou como meio condutivo entre os eletrodos, no caso de substâncias condutivas (JAKOBY; VELLEKOOP, 2011). O manual técnico do Diesel S-10 distribuído pela Petrobras define a condutividade elétrica como sendo uma propriedade importante em combustíveis, pois baixa condutividade pode acarretar em acúmulo de carga elétrica e risco potencial de incêndio durante o manuseio do produto. A temperatura tem forte influência na condutividade de um líquido, uma vez que seu aumento gera maior mobilidade de íons devido a redução de sua viscosidade, e conseqüentemente, maior condutividade (RACHMANTO et al., 2014), o que acaba inviabilizando a utilização deste sensor nos experimentos do projeto.

A turbidez consiste na alteração da passagem de luz no fluido causada pela presença de partículas suspensas (GRANGEIRO, 2014), assim, o sensor de turbidez analisa a qualidade do líquido baseado na redução de sua transparência pela presença de materiais em suspensão. Mattos (2012) evidenciou o surgimento de partículas sólidas após resfriamento de amostras da mistura

---

<sup>1</sup> <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<sup>2</sup> <https://scholar.google.com.br/>

biodiesel-diesel, contudo analisando os resultados obtidos em seu trabalho, nota-se que para que o sensor seja viável na caracterização do teor de biodiesel, as amostras devem ser resfriadas à temperaturas por volta de 10°C, dependendo do feedstock.

O sensor óptico infravermelho, por sua vez, consiste na emissão de radiação infravermelha para um receptor que considera sinais de mesma frequência, e a intensidade com que a radiação atinge o receptor fornece o valor de saída (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2011). Apesar de não ter sido encontrado o uso do sensor óptico infravermelho para medições com o biodiesel, ele despertou interesse devido à pesquisa de Abdin' et al (2013), que o utiliza para medir glicose no sangue de forma não invasiva, constatando que a tensão de saída do sensor aumenta proporcionalmente à concentração de glicose, o que sugere a necessidade de testá-lo.

## **CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos na revisão sistemática realizada, dos quatro sensores analisados, apenas um apresentou interesse para utilização em testes amostras de biodiesel-diesel. O sensor de pH não é capaz de caracterizar o teor de biodiesel por ser parâmetro utilizado no controle de qualidade do combustível e os sensores de condutividade e turbidez forneceriam resultados dependentes da temperatura. Por fim, não encontrou-se uso do sensor óptico infravermelho na em aplicações com o biodiesel, porém sua competência na medição da concentração da glicose levanta a hipótese de sua utilidade também na medição do teor de biodiesel. Assim, o sensor óptico infravermelho deve ser testado em amostras de diesel com diferentes concentrações de biodiesel a fim de verificar se a resposta do sensor se altera conforme a variação da concentração.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao programa institucional de bolsas de iniciação científica do Instituto Federal de São Paulo PIBIFSP, do qual Maieza Nascimento Borges foi bolsista.

## **REFERÊNCIAS**

ABDIN' et al. Initial Quantitative Comparison of 940nm And 950nm Infrared Sensor Performance for Measuring Glucose Non-invasively. Proc. of the IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA), 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Procedimentos Para A Preservação Da Qualidade Do Óleo Diesel B, CNT SEST SENAT.

GRANGEIRO, R. V. T. Avaliação Dos Tratamentos Oxidativos Avançados Em Água De Lavagem De Biodiesel E Ensaio De Fitotoxicidade. João Pessoa, 2014. 84f. Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

JAKOBY, B., VELLEKOOP, M. J. Physical Sensors for Liquid Properties. IEEE Sensors Journal, v. 11, n. 12, p. 3076-3085, 2011.

KITCHENHAM, et al. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report. version 2.3, 2007.

LEI Nº 13.263, 23/3/2016 - Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional.; Diário Oficial da União, 14/1/2005, seção 1, p. 1.

MATTOS, R. A. Estudo Da Influência De Aditivos Naturais Nos Pontos De Entupimento A Frio, De Turbidez E De Fulgor De Biodiesel E De Misturas Diesel-biodiesel. Campinas, SP: [s.n.], 2012. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química.

PETROBRAS. Manual Técnico: Diesel S-10. Petrobras. versão 1.3, 2014.

RACHMANTO T., et al. Monitoring of Biodiesel Transesterification Process Using Impedance Measurement. International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, v. 2, n. 4, 2014.

THOMAZINI D., ALBUQUERQUE P. U. B. Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações 8ª ed. rev e atual. São Paulo: Érica, 2011.