



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA A DETERMINAÇÃO DE ADULTERANTES NO DIESEL S10 COM ÓLEOS VEGETAIS

Anne Beatriz Figueira Câmara¹; Luciene Santos de Carvalho²; Heloise Oliveira Medeiros de Araújo³; Clenildo de Longe⁴

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Instituto de Química – anne.beatrizfc@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Instituto de Química – Luciene_car@hotmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Instituto de Química – helo.medeiros@outlook.com

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Instituto de Química – clenildo_longe@hotmail.com

RESUMO

O diesel se destaca como o combustível mais utilizado no país, no entanto, a crescente preocupação com o meio ambiente, associada com a crise do petróleo, tem promovido o estudo de novas fontes de energia. Neste contexto, biocombustíveis como o biodiesel aparecem como um substituto em potencial para o diesel mineral. Porém, a produção do biodiesel presente no diesel possui inúmeros benefícios fiscais, o que pode incentivar a adulteração destas misturas. Considerando a grande quantidade de diesel consumida no Brasil e a facilidade com que ele pode ser adulterado é necessário desenvolver métodos de detecção e quantificação de contaminantes, por isso a ANP especifica propriedades físico-químicas que determinam a qualidade do diesel a partir de testes pré-estabelecidos. No entanto, apenas os parâmetros físico-químicos não são suficientes para identificar possíveis adulterações. A espectroscopia de fluorescência molecular associada à análise multivariada provou ser uma ferramenta poderosa na análise de combustíveis, tais como gasolina, diesel, querosene e etanol. Com o objetivo de encontrar uma maneira simples de identificar adulterações, realizou-se um planejamento fatorial a partir do estudo da composição de misturas de diesel, biodiesel e óleo vegetal por fluorescência, resultados de viscosidade e densidade, e foram construídos modelos multivariados. Os resultados da MLR revelaram que esta apresenta melhores resultados na determinação do teor de óleo e demais componentes na mistura. A modelagem feita para os parâmetros físico-químicos de densidade e viscosidade também é importante, uma vez que foi possível observar a dificuldade que os modelos têm para relacionar dados químicos com dados físicos.

Diesel, adulteração de diesel, propriedades físico-químicas, calibração multivariada.

1. INTRODUÇÃO

O óleo diesel pode ser definido como um derivado obtido a partir da destilação do petróleo, constituído por hidrocarbonetos de 10 a 25 átomos de carbono, possuindo uma faixa de destilação situada entre 150°C e 400°C. Este combustível destaca-se como o

mais utilizado no país, principalmente no setor rodoviário, em função da matriz de transporte brasileira (BRASIL, 2005).

Porém, a preocupação crescente com o meio ambiente associadas à crise do petróleo, vem impulsionando pesquisas científicas em buscas de novas fontes alternativas de energia (CNT, 2012). Neste contexto, os

www.conepetro.com
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

biocombustíveis, tais como o biodiesel, aparecem como uma fonte promissora para substituição do diesel mineral, uma vez que provém de matérias primas renováveis, é praticamente isento de enxofre e compostos aromáticos, apresentam um alto teor de cetanos e possui um maior ponto de fulgor do que o diesel tradicional (CNT, 2012; CORGOZINHO, 2009).

Em 13 de janeiro de 2005, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, sancionou a lei de nº 11.097 que determina a adição de percentuais do biodiesel ao óleo diesel, assim como o monitoramento de sua inserção no mercado. Essa lei entrou em vigor em 2008 e prevê a obrigatoriedade da mistura entre os dois combustíveis (CNT, 2012; FARAH, 2013). Mas a produção do biodiesel conta com uma série de isenções fiscais, com fins de incentivar a sua produção. Esse fato pode levar a adulterações dessas misturas (CNT, 2012).

As adulterações de combustíveis ocorrem pela adição de um produto mais barato no lugar de um mais caro, tendo em vista um enriquecimento ilícito (MEIRA, 2011). A adição de óleos vegetais não transesterificados é uma das adulterações mais fáceis e usuais, devido ao óleo vegetal possuir uma boa miscibilidade no diesel (MEIRA, 2014). A utilização do combustível

adulterado traz inúmeros prejuízos, tanto financeiros, quanto ambientais, uma vez que além de emitir maiores índices de poluentes, podem causar inúmeros danos ao motor dos automóveis, o que pode ocasionar problemas como aumento no consumo, perda do rendimento e entupimentos e falhas na bomba de combustível (OLIVEIRA, 2007).

Diante do grande volume de diesel consumido no Brasil e da facilidade com que ele pode ser adulterado, é necessário que ocorra o desenvolvimento de métodos para a detecção e quantificação de possíveis adulterantes, tanto para facilitar as ações de monitoramento, como para que ocorra uma fiscalização de qualidade (POMPELLI, 2011).

Para que ocorra este monitoramento, a ANP especifica as propriedades físico-químicas que determinam a qualidade do óleo diesel a partir de ensaios pré-estabelecidos regidos por normas ASTM. Alguns desses testes são: a destilação atmosférica ASTM D86, o ponto de fulgor, a massa específica à 20°C, a viscosidade cinemática a 40°C, a pressão de vapor e o índice de cetano.

Porém, apenas a utilização dos parâmetros físico-químicos não é suficiente para a identificação de possíveis adulterações. Técnicas espectroscópicas como a fluorescência, quando associadas à análise multivariada provaram ser uma poderosa ferramenta na análise de amostras de

combustíveis tais quais gasolina, diesel, biocombustíveis e querosene. Estes métodos de análise além de serem mais rápidos do que os métodos usuais (ASTM) apresentam uma boa exatidão e precisão, não são destrutivos, e podem ser utilizados em um controle de qualidade remoto (VIERA, 2010). Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo a incorporação óleo bruto ao óleo diesel para promover a adulteração bem como a caracterização e identificação desses produtos adulterantes por métodos espectroscópicos associados à calibração multivariada.

2. METODOLOGIA

2.1. Planejamento Fatorial

Foi realizado um planejamento fatorial de misturas utilizando o software Statistica. Neste planejamento foi utilizado um número de fatores igual a 3 e um grau polinomial de 3, foi selecionado também a opção de argumentos com interior pts e centriodes (Min. no. of runs: 6), com isso foi gerada uma tabela com as proporções de cada substância na mistura, 0 – 1 equivale a proporção de 0 –

100% de na prática. O fator A corresponde ao Diesel S10, B ao biodiesel e C ao óleo vegetal utilizado na adulteração do diesel. A ordem dos experimentos foi gerada aleatoriamente pelo próprio *Statistica* e a sequência da replica foi obtida por meio de sorteio para garantir a aleatoriedade dos experimentos. Na Tabela 1 podem ser visualizadas as proporções das misturas e a sequência de experimentos. Com o software *Statistica* também é possível gerar o gráfico ternário de misturas, que pode ser visualizados na Figura 1.

2.2. Preparação das Misturas

Em balões volumétricos, foram preparadas misturas de diesel S10, diesel e óleo vegetal nas concentrações volumétricas determinadas no planejamento fatorial, que foram analisadas posteriormente.

2.3. Caracterizações Físico-Químicas

Foram realizadas 3 tipos de caracterizações físico-químicas especificadas pela ANP, sendo elas o ponto a viscosidade dinâmica, a viscosidade cinemática e a pressão de vapor.

Tabela 1: proporções das misturas e a sequência de experimentos.



Misturas	1ª Ordem		
	A	B	C
M6	0.000000	0.333333	0.666667
M14	0.333333	0.333333	0.333333
M1	1.000000	0.000000	0.000000
M10	0.333333	0.333333	0.333333
M12	0.166667	0.666667	0.166667
M11	0.666667	0.166667	0.166667
M5	0.333333	0.000000	0.666667
M8	0.666667	0.000000	0.333333
M4	0.333333	0.666667	0.000000
M3	0.000000	0.000000	1.000000
M9	0.000000	0.666667	0.333333
M2	0.000000	1.000000	0.000000
M13	0.166667	0.166667	0.666667
M7	0.666667	0.333333	0.000000

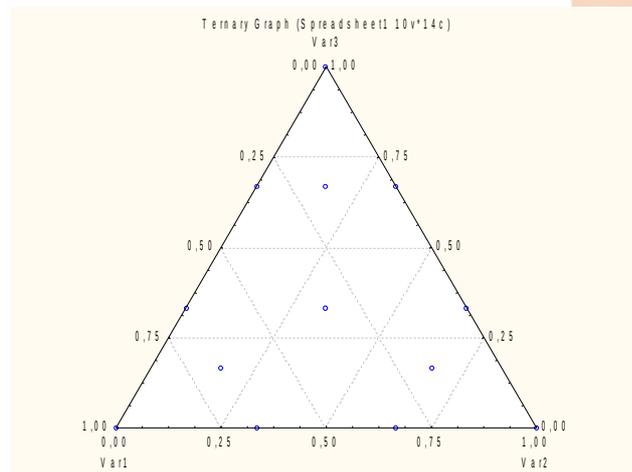


Figura 1: Gráfico ternário de misturas.

2.3.1. Viscosidade Dinâmica, Viscosidade Cinemática e Densidade

Essas propriedades foram obtidas por um viscosímetro Stabinger SVM-3000. Esse viscosímetro mede a viscosidade dinâmica e por meio de correlações matemáticas, determina a viscosidade cinemática, conforme a norma ASTM D7042. O equipamento também pode ser usado para fornecer a densidade do diesel segundo a norma ASTM

D4052. Para a obtenção da viscosidade foi usado um viscosímetro Stabinger SVM-3000.

Primeiramente, selecionou-se o método desejado, o método escolhido foi o M0 por apresentar uma melhor precisão. Logo após escolheu-se a temperatura desejada, que foi usada temperatura aquela pela exigida resolução da ANP (40°C). Logo após, colocou-se a amostra em uma seringa de 6 mL, sem embolo de borracha, tendo cuidado

com bolhas e inseriu-se a seringa com a amostra no equipamento.

Inseriu-se aproximadamente 2mL da amostra no equipamento e aperta a tecla “start” para ligar o motor do equipamento. Deixou-se o motor funcionando por cerca de 10s para ambientar o equipamento e apertou-se “start” novamente para pará-lo. Acrescentou-se mais 1mL da amostra e esperou o resultado.

2.3.2. Caracterizações Espectroscópicas

Foram realizadas caracterizações por espectroscopia de fluorescência molecular, o equipamento utilizado para as medições foi o espectrofotômetro de fluorescência molecular, modelo RF-5301PC, fabricante: Shimadzu (Japão). As seguintes condições foram utilizadas para obtenção dos resultados 3D de fluorescência:

- Faixa de comprimento de onda de excitação: 220 – 350 nm
- Faixa de comprimento de onda de emissão: 350 – 800 nm
- Slit Width (nm): Excitação : 3; Emissão: 5
- Sensibilidade: Alta
- Scanning Speed: Super

2.4. **Construção dos Modelos Multivariados**

Inicialmente foram construídas as matrizes a serem usadas nos modelos, que foram construídas utilizando o Excel, separadamente para cada parâmetro a ser determinado pelos modelos, e também para os dados de fluorescência (Comprimento de onda de excitação: 290 nm e emissão de 350 a 800 nm), usando seus resultados médios. Construídas as matrizes, essas foram importadas para o Matlab, onde foram divididas em dois grupos para calibração e validação dos modelos, nesta etapa foi utilizado o algoritmo de Kennard-Stone para seleção de amostras, que foram separados 70% das amostras para o grupo de treinamento e 30% validação.

Com as matrizes de calibração e validação foram construídos os modelos de Partial Least Squares (PLS), Multiple Linear Regression (MLR) e Principal Component Regression (PCR).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade e viscosidade são técnicas de caracterização do diesel requeridas pela ANP para especificação desse combustível, para este estudo ela foi escolhida por ser uma técnica relativamente rápida para nos fornecer a média dos resultados das medidas de viscosidade dinâmica, viscosidade cinemática

e densidade, para cada amostra, obtidos seguindo o método M0 (precisão de 0,1%), estão apresentadas na Tabela 2. Ao analisarmos os dados de viscosidade e densidade para os componentes puros das

amostras percebe-se uma diferença acentuada, principalmente para os resultados de viscosidade do óleo vegetal bruto usado como adulterante.

Tabela 2: valores experimentais de viscosidade dinâmica, viscosidade cinemática e densidade.

Misturas	Viscosidade Dinâmica (Eta)(mPas)	Viscosidade Cinemática (ny)(mm ² /s)	Densidade a 40°C (raw) (g/cm ³)	Densidade a 20°C (g/cm ³)	Densidade a 15°C (g/cm ³)
M6	7,3697	8,3505	0,8794	0,893	0,897
M14	6,4109	7,4001	0,8663	0,880	0,884
M1	2,4238	2,9316	0,8268	0,841	0,845
M10	6,3358	7,3157	0,8660	0,880	0,884
M12	14,2745	16,1325	0,8876	0,902	0,905
M11	3,8758	4,5804	0,8457	0,860	0,863
M5	3,2367	3,7981	0,8522	0,866	0,870
M8	2,7820	3,3151	0,8392	0,853	0,857
M4	13,1355	14,9190	0,8804	0,894	0,898
M3	3,7711	4,3583	0,8653	0,879	0,883
M9	14,1900	15,8965	0,8926	0,907	0,910
M2	29,9645	33,0370	0,9070	0,921	0,924
M13	4,8020	5,5476	0,8656	0,880	0,883
M7	5,4265	6,3677	0,8522	0,866	0,870

Para os resultados de viscosidades e de densidade, assim como para as concentrações dos componentes das misturas, serão construídos modelos multivariados, tendo em vista a determinação dessas propriedades, utilizando dados de fluorescência molecular para alimentar o modelo.

Com os dados de fluorescência de cada mistura e para cada parâmetro avaliado foram construídos modelos de regressão simples para comprovar a necessidade da aplicação das técnicas multivariadas. Foram utilizados as intensidade de emissão (Y) para o comprimento de onda de 500 nm, considerando um excitação em 290 nm, e

plotados versus os resultados padrões experimentais (X). Os comprimentos de onda escolhidos se referem as maiores intensidade apresentadas pelos gráficos 2D de intensidade versus comprimento de onda de excitação, Figura 2. Os gráficos dos modelos de regressão linear simples apresentaram como resultados R^2 bem menores que 0,9, que podem ser visualizados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6. Os resultados dos modelos Partial Least Squares (PLS), Multiple Linear Regression (MLR) e Principal Component Regression (PCR), encontram-se apresentados nas Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 seguintes, assim como do modelo linear simples.

Ao avaliar os resultados obtidos com os modelos para determinação teor de biocombustível, nenhum apresentou um resultado satisfatório, ou seja, R^2 maior que 0.9. O modelo utilizando o algoritmo MLR mostrou o melhor R^2 CV contudo resultou em um R^2 Pred muito baixo, que significa que o modelo está sobreajustado para calibração. Comparando estes resultados com o modelo linear simples, o resultado é inferior aos modelos multivariados, mostrando a necessidade da utilização destas modelos que envolvem mais matemática.

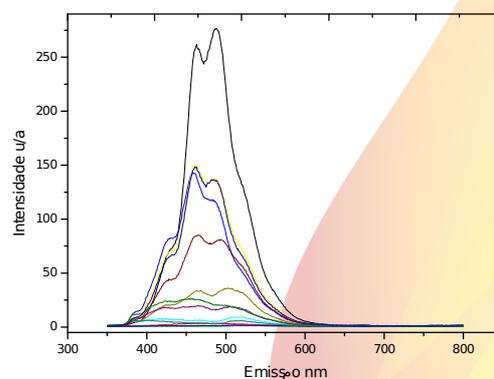


Figura 2: Intensidade versus comprimento de onda de excitação.

Tabela 3: Resultados dos modelos para biodiesel.

Modelo_Bio	RMSEC	RMSECV	RMSEP	R ² Cal	R ² CV	R ² Pred
MLR	3.669e-14	19.332	49.810	1	0.773	0.089
PCR	15.221	26.395	44.734	0.776	0.474	0.044
PLS	13.158	23.1578	47.040	0.833	0.562	0.051
Simples	-	-	-	0,281	-	-

Tabela 4: Resultados dos modelos para Diesel.

Modelo_Diesel	RMSEC	RMSECV	RMSEP	R ² Cal	R ² CV	R ² Pred
MLR	2.027e-14	30.775	16.839	1	0.461	0.845
PCR	18.277	25.743	29.159	0.607	0.324	0.676
PLS	16.364	25.262	28.653	0.685	0.369	0.677
Simples	-	-	-	0,651	-	-

Tabela 5: Resultados dos modelos para Óleo.

Modelo_Óleo	RMSEC	RMSECV	RMSEP	R ² Cal	R ² CV	R ² Pred
MLR	2.365e-14	16.519	50.807	1	0.664	0.718
PCR	25.551	39.837	44.427	0.128	0.165	0.453
PLS	16.506	33.829	62.160	0.461	0.022	0.298
Simples	-	-	-	-0,019	-	-

Os modelos construídos para o diesel, com relação ao R² Pred, mostraram um comportamento inverso ao apresentado para o biodiesel, significando um sobreajuste na etapa de predição, e de uma forma geral, não apresentaram bons resultados sendo inferiores até que o modelo de regressão linear simples.

Os modelos para determinação do óleo vegetal bruto utilizado como contaminante, de forma geral apresentaram R²CV < 0.9,

contudo como formam modelos preliminares em não foi realizado nenhum pré-processamento, pode-se inferir que os resultados para o MLR foi relativamente bons, pois valores do R²CV e do R² Pred foram próximos, sendo o segundo um pouco maior.

Avaliando os dados de fluorescência para explicar por que os resultados para determinação da concentração de óleo foram

mais satisfatórios, observou-se nos gráficos de intensidade versus comprimento de onda de emissão (350 – 800 nm) para o comprimento de onda de excitação de 290 nm, para os componentes puros das misturas, que espectro do diesel puro apresentou uma intensidade muito elevada, Figura 3.a, devido a alta concentração de espécies que estão fluorescendo, assim em concentrações muito altas, a fluorescência atinge um máximo e pode mesmo começar a decrescer com o aumento da concentração devido à absorção secundária. Esse fenômeno ocorre por causa

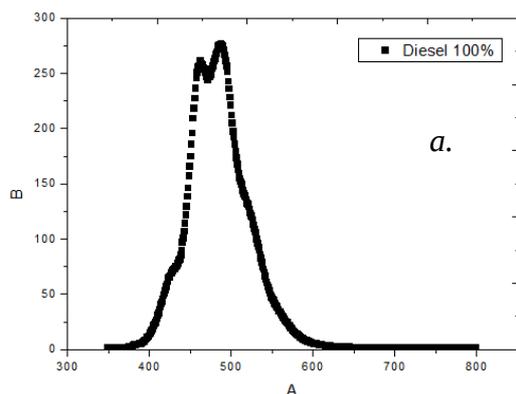
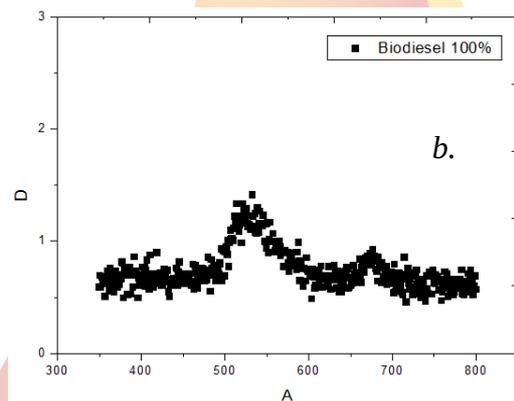


Figura 3: a. Gráfico de intensidade *versus* comprimento de onda de emissão para o diesel puro e b. para o biodiesel puro.

Por fim, ao observar o gráfico de intensidade *versus* comprimento de onda de emissão (350 – 800 nm) para o comprimento de onda de excitação de 290 nm para o biodiesel, Figura 4, seu espectro apresenta uma baixa intensidade mais que apresenta uma boa resolução do sinal apresentado sofrendo menos interferência de ruído, quando comparado com o do biodiesel. Por

da absorção da radiação emitida por outras moléculas do analito, ele também pode ocorrer em razão da absorção por outras moléculas presentes na matriz da amostra.

Contudo, ao observar o gráfico de intensidade *versus* comprimento de onda de emissão (350 – 800 nm) para o comprimento de onda de excitação de 290 nm para o biodiesel (Figura 3.b) percebe-se que sua intensidade de sinal é quase inexistente e estando distorcido pelo ruído, esse fenômeno afeta diretamente na qualidade dos modelos construídos para o biodiesel.



não apresentar um sinal muito intenso, sofre menos interferências do efeito da alta concentração de moléculas fluorescentes.

Os resultados dos modelos construídos para os parâmetros físico-químicos densidade e viscosidade, de uma forma geral, ambos foram abaixo do desejado, isto é, $R^2 CV > 0.9$. Esse fenômeno deve estar relacionado a dificuldade que os modelos em geral possuem

de relacionar dados químicos, como o sinal de fluorescência molecular, com dados físico-químicos, pois quando o dado físico sofre alguma alteração, esse causa influência pouco perceptível para os modelos, diferentemente de dados químicos como concentração que estão diretamente relacionados com os constituintes daquela misturas.

Os resultados de intensidade de fluorescência para as 14 misturas foram obtidos variando os comprimentos de onda de

excitação (220-350 nm, variação de 10 nm) e de emissão (35-800 nm, variação de 1 nm). Esses resultados são intrinsecamente em 3 dimensões (3D), e posteriormente em uma segunda fase deste trabalho serão trabalhados com modelos de calibração de segunda, que trabalham com dados 3D.

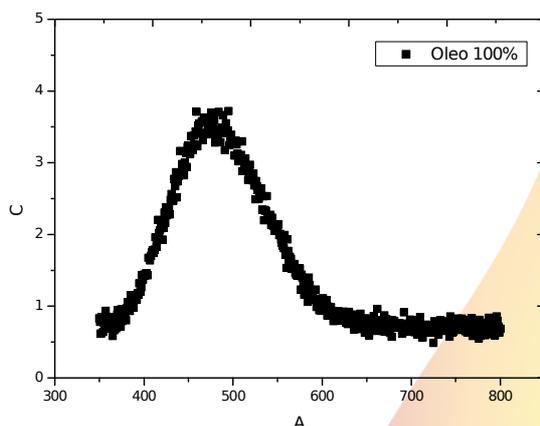


Figura 4: Gráfico de intensidade *versus* comprimento de onda de emissão para o biodiesel puro.

Tabela 6: Resultados dos modelos para Densidade 40°C e Viscosidade.

Modelo_Dens	RMSEC	RMSECV	RMSEP	R ² Cal	R ² CV	R ² Pred
MLR	0	0.0188	0.025	1	0.361	0.250
PCR	0.017	0.025	0.025	0.128	0.165	0.453
PLS	0.013	0.022	0.024	0.461	0.022	0.298
Simples	-	-	-	0,304	-	-
Modelo_VicCin	RMSEC	RMSECV	RMSEP	R ² Cal	R ² CV	R ² Pred
MLR	6.040e-15	4.940	13.146	1	0.237	0.538
PCR	4.555	6.649	12.686	0.006	0.549	0.325
PLS	2.356	5.866	15.690	0.734	0.100	0.508

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que o algoritmo MLR foi o que apresentou os melhores resultados. Na determinação do teor em óleo na mistura o algoritmo também apresentou o melhor resultado, entre os outros. Isso é importante para o estudo, porque o principal objetivo foi a determinação teor de óleos bruto em diesel S10.

Os modelos construídos para outras concentrações teve um caráter mais exploratório para o comportamento dos modelos. E verificou-se ser importante, porque eles revelaram a influência da concentração de moléculas fluorescentes na intensidade do sinal e, por conseguinte, nos modelos construídos. A modelagem feita para os parâmetros físico-químicos de densidade e viscosidade também foram importante, uma vez que foi possível realizar-lós apesar das dificuldades que os modelos têm para relacionar os dados químicos com os dados físicos. Estes resultados são interessantes porque trouxeram aprendizados para modelagem futuro. Em geral, os modelos multivariados mostraram melhores resultados de R^2 do que o modelo de regressão linear, o que comprova a necessidade de uso de algoritmos multivariados.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LABPETROL/UFRN, onde foram realizadas as análises, ao PPGQ/UFRN e ao QBQ/UFRN.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei N° 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as leis N° 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 jan. 2005. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acessado em: 10 Jan. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - **Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. Brasília: CNT, 2012

CORGOZINHO, C. N. C.; BARBEIRA, P. J. S. Identificação e quantificação da adulteração de óleo diesel por óleo residual utilizando espectrofluorimetria e quimiometria. In: 32ª REUNIÃO ANUAL DA SBQ – SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, Natal, Brasil, Maio/Jun., 2009.

FARAH, M.A. **Petróleo e seus derivados: definição, constituição, aplicação, especificações, características de qualidade**, LTC, 2013.

MEIRA, M.; QUINTELLA, C. M.; FERRER, T. M.; SILVA, H. R. G.; GUIMARÃES, A. K.; SANTOS, M. A. **Identificação de adulteração de biocombustíveis por adição de óleo residual ao diesel por**



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

espectrofluorimetria total 3D e análise das componentes principais. Química Nova, v. 34, n. 4, p. 621-624, 2011.

MEIRA, M.; QUINTELLA, C. M.;
RIBEIRO, E. M. O.; SILVA, H. R. G.;
GUIMARÃES, A. K.; LUNA, S.; SILVA, W.
L.; BRITO, I. J. Determinação de adulterantes
em óleo diesel utilizando a integração dos
espectros de fluorescência induzida por LED.
In: 37ª REUNIÃO ANUAL DA SBQ –
SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA,
Natal, Brasil, Maio, 2014.

OLIVEIRA, F. C. C.; BRANDÃO, C. R. R.;
RAMALHO, H. F.; COSTA, L. A. F.;
SUAREZ, P. A. Z.; RUBIM, J. C.
**Adulteration of diesel/biodiesel blends by
vegetable oil as determined by Fourier
transform (FT) near infrared spectrometry
and FT-Raman spectroscopy.** Anal. Chim.
Acta, v. 587, p. 194-199, 2007.

POMPELLI, M. F.; OROZCO, A. J. J.;
OLIVEIRA, M. T.; RODRIGUES, B. R. M.;
BARBOSA, M. O.; SANTOS, M. G.;
OLIVEIRA, A. F. M.; ALMEIDA-CORTEZ,
J. S. **Crise Energética Mundial e o Papel do
Brasil na Problemática de Biocombustíveis.**
Agronomía Colombiana, v. 29, n. 2, p. 231-
240, 2011.

VIERA, M. S.; FRANCESQUETT, J. Z.;
FACHINI, D.; GERBASE, A. E.; FERRÃO,
M. F. **Avaliação de adulteração de misturas
biodiesel diesel empregando espectroscopia
no infravermelho e análise por
componentes principais.** In: XXX
ENCONTRO NACIONAL DE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São
Paulo, Brasil: Associação Brasileira de
Engenharia de Produção, Out., 2010.



www.conepetro.com
.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br