

Estudo da remoção de diesel em solo arenoso utilizando sistemas microemulsionados a base de óleo de maracujá

Francis Carneiro Madureira; Emilly Beatriz Freire dos Santos; Dr. João Paulo Lobo dos Santos; Dr. Gabriel Francisco da Silva; Dra. Maria Susana Silva.

Universidade Federal de Sergipe; franciscmadureira@gmail.com

Resumo: Com o desenvolvimento da indústria petrolífera houve também o aumento da poluição por partes dos derivados do petróleo. Dentre esses casos existe a poluição do solo por meio de derramamento de diesel, principalmente, em postos de gasolina. Consequentemente, isso afeta não só a vegetação próxima, bem como os lençóis freáticos, afetando assim também a população. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar remoção de diesel em solo arenoso utilizando sistemas microemulsionados a base de óleo de maracujá. Para a síntese dos sistemas microemulsionados, utilizou-se óleo de maracujá (fase oleosa), n-butanol (cotensoativo), sabão do óleo de maracujá (tensoativo) e água destilada (fase aquosa), construídos na razão C/T igual a 1, 5 e 10. Em seguida, foi feita a análise dos diagramas, sendo escolhido para os ensaios de remoção o diagrama que apresentou maior região de microemulsão, escolhendo o de C/T igual a 1. Com isso, escolheu-se três pontos de C/T = 30%; 32,5% e 35% para fazer os ensaios de remoção variando temperatura e tempo, utilizando o planejamento fatorial 2^3 com ponto central. Os resultados do planejamento demonstraram que a maior eficiência de remoção (76,91%) foi obtida no ensaio com 35% de C/T, 30°C e em 15 min, ou seja, com o menor tempo, menor temperatura e maior concentração de C/T.

Palavras-chave: sistema microemulsionados, óleo de maracujá, diesel, adsorção.

1. Introdução

Com o crescimento da industrialização e com o desenvolvimento econômico vivenciados no Brasil, a partir da década de 70, a cadeia produtiva dos derivados de petróleo exigiu uma grande estruturação, de novas descobertas de campos passando pela formação de vários polos petroquímicos e o aumento das redes de distribuição. Em 2016, segundo a ANP, as vendas nacionais dos derivados de petróleo pelas distribuidoras foram de 121 milhões de m³. A partir de toda estrutura e quantidade de derivados vendidos, surgiu também a preocupação ambiental, pois esses produtos têm grande potencial contaminador, principalmente, por vazamentos de tanques de armazenamento subterrâneos em postos de combustíveis. (MARIANO, 2006)

A lei que fala sobre contaminação do solo é a resolução CONAMA N° 420/2009. Nela está descrito as funções principais do solo e sobre como agir em caso de sua contaminação. Existe vários tipos de tratamento para contaminação de solo, como biorremediação, extração de vapor, tratamentos térmicos e microemulsão a base de óleo. O objetivo da remediação de um local contaminado é proteção da saúde pública e do ambiente, recuperar o local e assim possibilitar o

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

www.conepetro.com.br

uso futuro do solo em condições favoráveis ambientalmente. (CETESB, 2018; LUZ, 2011)

As microemulsões são dispersões isotrópicas, termodinamicamente estáveis, transparentes e, geralmente, compostas por quatro componentes: tensoativo, cotensoativo, composto polar e apolar. Dependendo da composição, as microemulsões podem ser formadas com várias configurações, podendo ser de água em óleo ou de óleo em água. (GOMES, 2009; OLIVEIRA, 2002)

O maracujá é uma fruta de origem no Brasil e com nome oriundo do tupi-guarani. Segundo a FAPESP, existem ao menos 150 espécies de maracujazeiro no Brasil. O Brasil é o maior produtor mundial e, segundo dados da EMBRAPA em 2015, 64,90% é no nordeste do país, sendo o estado da Bahia o maior produtor. O óleo das sementes de maracujá possui em torno de 85% de ácidos graxos insaturados, onde o ácido linoleico (69%) e o ácido oleico (18%) são majoritários. (FAPESP, 2016; AROMAFLOA, 2015).

O diesel é um combustível líquido de forma viscosa, pouco volátil e com nível de toxicidade mediano. Tem cadeias de hidrocarbonetos com 8 a 16 carbonos com pequenas proporções de nitrogênio, enxofre e oxigênio. Em 2016, era responsável por 18,1% da energia consumida no Brasil. (ANP, 2016 – óleo diesel). O Brasil está entre os maiores produtores do combustível no mundo, junto aos Estados Unidos. Dentre as normas para comercialização está que o diesel deve ser vendido ao consumidor misturado com 8% de biodiesel sem necessitar qualquer tipo de adaptação para a mistura. (BRASIL, 2017).

Diante desse contexto, o objetivo desse trabalho foi encontrar uma forma de remediação de solo que agrida o menos possível o meio ambiente e remova o máximo do contaminante, assim como que seja favorável economicamente e para a sociedade que, no caso deste trabalho, é o uso do óleo de maracujá.

2. Metodologia

2.1. Obtenção do óleo de maracujá

Óleo das sementes de maracujá foi extraído por prensagem a frio e degomado (purificado) no Laboratório de Tecnologias Alternativas da Universidade Federal de Sergipe.

2.2. Obtenção dos sistemas microemulsionados

A partir da determinação da região de microemulsão variando as quantidades de tensoativo, óleo, cotensoativo e água, foram construídos os diagramas pseudoternários do óleo de maracujá. No diagrama foram escolhidos alguns pontos dentro da região de Winsor IV, que é a de microemulsão, e com isso foram feitos testes de densidade, viscosidade e temperatura e, em seguida, foram avaliados na remoção de diesel no óleo.

2.3. Contaminação do solo arenoso

Foi preparada uma solução contaminante (solução diesel + tetracloetileno), no qual para cada 2 g de diesel utilizou-se 100 mL de tetracloetileno. Em seguida, foram realizados estudos

de adsorção da rocha em solução contaminante, numa razão de 1:4. Para o processo de contaminação, foram pesados 2 g de arenito moída e peneirada entre 100 e 20 mesh em erlenmeyers para cada ensaio do planejamento experimental 2^3 . Posteriormente, a rocha foi posta em agitação em banho finito por 6 horas e deixada em repouso durante 12 horas e, ao término desse tempo foram feitas as filtrações, cujo filtrado foi caracterizado no equipamento InfraCal TOG/TPH e feita a curva de calibração. (DANTAS et al., 2010 com modificações).

2.4. Remoção do contaminante

Para este estudo foram utilizados 3 pontos do sistema microemulsionado na região de Winsor IV. Os Pontos 1, 2 e 3 foram escolhidos após a construção e análise dos digramas, considerando que a melhor região de microemulsão deve ter maior percentual de fase aquosa. Após escolhidos os pontos 1, 2 e 3, foram caracterizados e utilizados nos ensaios de remoção em diferentes tempos: 15 min, 67,5 min e 120 min, nas temperaturas de 30 °C, 45 °C e 60 °C, empregando-se o planejamento experimental fatorial 2^3 com ponto central, conforme mostrado na tabela 01. A partir dos resultados obtidos nos experimentos o software Statistica será utilizado para tratamento dos dados.

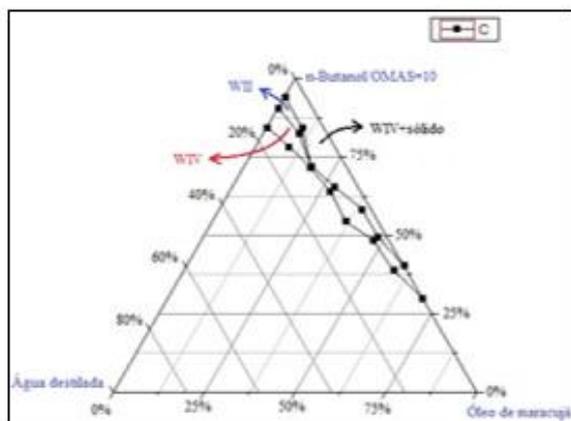
Tabela 01 – Variáveis e os níveis utilizadas no planejamento fatorial 2^3 com ponto central

Fatores	Níveis		
	(-)	(+)	(0)
Temperatura (°C)	30	70	50
Tempo (min)	15	120	67,5
Razão (%C/T)	30	32,5	35

3. Resultados e discussão

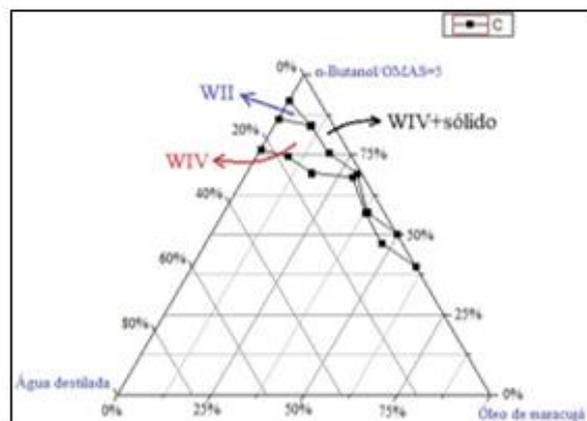
Os diagramas para os sistemas em estudo foram obtidos por uma mistura de tensoativo (óleo de maracujá saponificado), cotensoativo (n-butanol), fase aquosa (água destilada) e fase óleo (óleo de maracujá), como pode ser visto através das figuras 01, 02 e 03, utilizando as razões C/T igual a 10, 5 e 1, respectivamente.

Figura 01: Diagrama C/T = 10



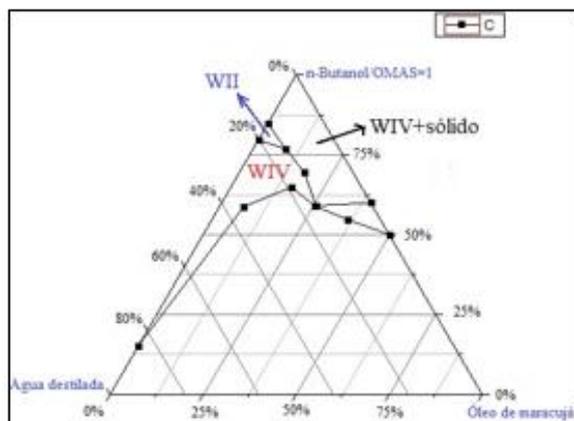
Fonte: Elaboração própria

Figura 02: Diagrama C/T = 5



Fonte: Elaboração própria

Figura 03: Diagrama C/T = 1.



Fonte: Elaboração própria

Analisando as figuras 1a, 1b e 1c, pode-se concluir que dentre os diagramas pseudoternários o que apresenta a maior região de Winsor IV, assim como também é rica em fase aquosa é o de C/T igual a 1. Dessa forma, a matriz de planejamento fica conforme mostrada na tabela 02.

Tabela 02 – Matriz de planejamento experimental fatorial 2³

Ensaio	Tempo (min)	Concentração (%C/T)	T(°C)
1	15	30	30
2	15	30	70
3	15	35	30
4	15	35	70
5	120	30	30
6	120	30	70
7	120	35	30
8	120	35	70
9	67,5	32,5	50
10	67,5	32,5	50
11	67,5	32,5	50

Os resultados alcançados em cada ensaio de remoção estão descritos na Tabela 3. Analisando os resultados do planejamento experimental, através das suas Superfícies de Resposta fornecidas pelo Statistica 7.0, foi possível verificar qual o tempo (min), temperatura (°C) e percentual de C/T necessário para obter os melhores resultados de remoção do contaminante.

Tabela 03 - Resultados dos ensaios utilizando o Planejamento Experimental fatorial

Ensaio	a (mg/g)	Eficiência de remoção
1	0,30	71,59%
2	0,32	69,87%
3	0,25	76,91%
4	0,33	68,63%
5	0,26	75,31%
6	0,38	64,55%
7	0,30	72,14%
8	0,41	61,81%
9	0,26	75,76%
10	0,26	75,84%
11	0,38	64,25%

Da Tabela 3 é possível verificar que todos os ensaios obtiveram um percentual de remoção superior a 60%, sendo que a quantidade inicial de contaminante por grama de solo “a” foi de 1,07 mg/g. O percentual de C/T e o tempo de contato nos experimentos de remoção de óleo mostraram eficiências semelhantes para os três

pontos do sistema microemulsionado devido a uma pequena variação e por estar próximo ao equilíbrio.

A figura 04 representa as superfícies de resposta com o valor do ponto central da variável fixada, ou seja, na figura 4A a temperatura está fixada em 50°C, na figura 4B a concentração foi fixada em 32,5% e figura 4C o tempo foi fixado em 67,5 minutos, respectivamente.

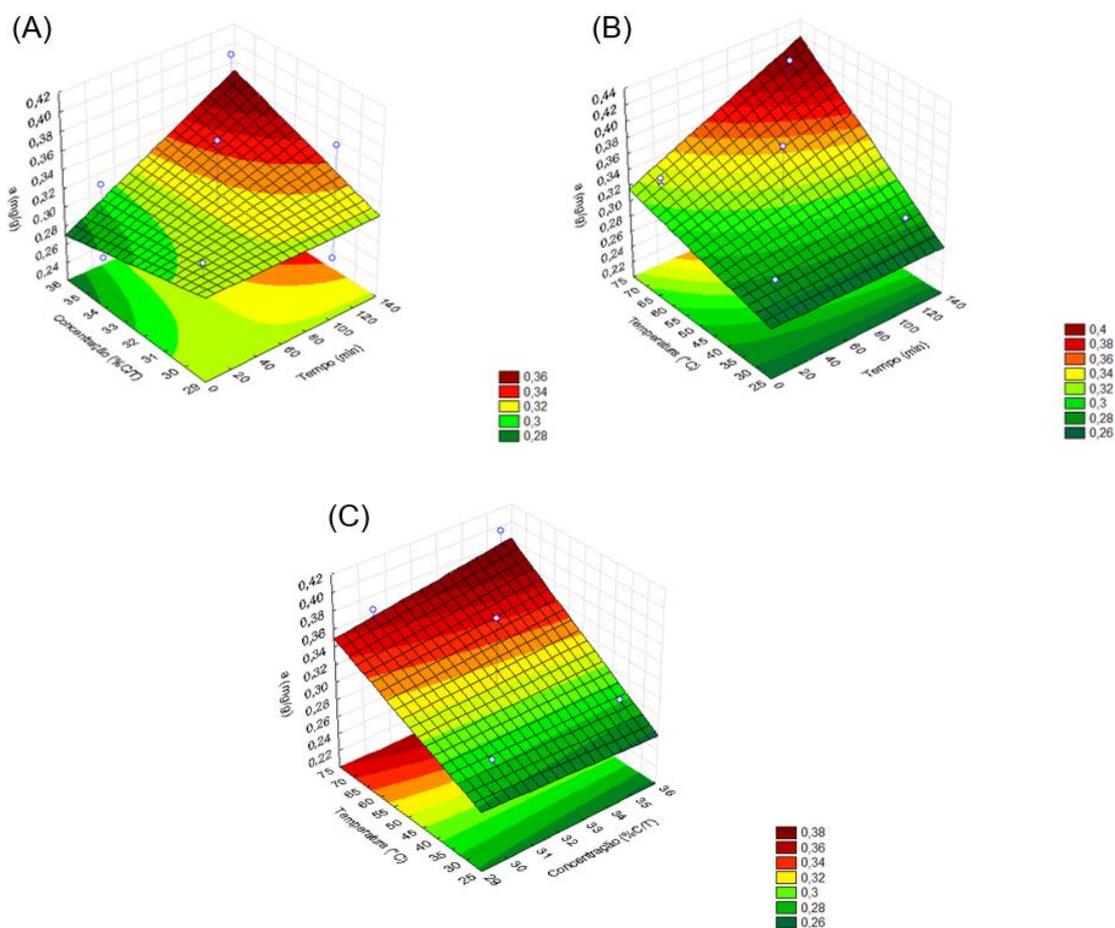


Figura 4: Superfície de resposta do planejamento experimental.

Os resultados da figura 4A demonstram que o aumento da temperatura ou do tempo tem pouco impacto na remoção, enquanto que a variável concentração de C/T favorece a remoção. Isso pode ser observado com mais precisão na figura 4B, onde ao se fixar o percentual de C/T em 32,5%, com 15 minutos e 30°C a quantidade de “a” será inferior a 0,28 mg/g, ou seja, remoção maior que 70%. A influência de C/T no processo de remoção pode ser observado também na figura 4C, com o tempo fixado em 67,5 minutos, observa-se que é necessária uma temperatura em torno de 30°C e pelo menos 30% de C/T para remoção maior que 70% do

contaminante. Dessa forma é possível confirmar que são necessários 30°C, 15 min e uma concentração C/T de pelo menos 32,5% para uma remoção maior que 70%. O resultado sugerido na superfície é confirmado na tabela 02, onde o ensaio 3 obteve os maiores resultados de remoção do diesel em solo arenoso com as menores condições de temperatura e tempo de processo.

4. Conclusão:

Em conclusão do trabalho, pode-se afirmar que:

- Os sistemas microemulsionados (SMS) a base óleo de maracujá são eficientes na remoção de diesel em solo arenoso.
- O SMS utilizando o tensoativo e óleo de maracujá com maior região de micro possui razão C/T igual a 1.
- A partir dos ensaios de remoção percebe-se que a maior eficiência de remoção foi com maior concentração de C/T, menor tempo e na menor temperatura.
- O aumento da temperatura, ao invés de promover a adsorção favoreceu a dessorção do contaminante no solo.
- O maior resultado de remoção do diesel em solo arenoso foi de 76,91% com 15 minutos de processo, 35% de C/T e 30°C.

5. Referências:

AROMAFLORA. Óleo de maracujá. 2015. Acesso em 31 de março de 2018. Disponível em: <http://www.aromaflora.com.br/oleo-de-maracuja/>.

CETES. Poluição do solo. 2018. Acesso em 10 de março de 2018. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/solo/poluicao/>.

CONAMA. Lei sobre contaminação de solo. Acesso em 15 de março de 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>.

EMBRAPA. Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. 2 ed. 41 p. Brasil, 2015.

FAPESP. Estudo quer identificar as 150 espécies brasileiras de maracujá, 2016. Acesso em 30 de maio de 2018. Disponível em: http://agencia.fapesp.br/estudo_quer_identificar_as_150_especies_brasileiras_de_maracuja/2675/.

GOMES, D. A. A., 2009. Dissertação de Mestrado, UFRN. – Aplicação de microemulsões na solubilização de frações pesadas de petróleo.

BRASIL, Governo do Brasil. Percentual de biodiesel no óleo diesel, 2017. Acesso em 10 de março de 2018. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/03/percentual-obrigatorio-de-biodiesel-no-oleo-diesel-passa-para-8>.

LUZ, C. C.; SANTOS, E. A.; SANTOS, M. O. S.; MUSSY, M. Y.; YAMASHITA, M.; BASTOS, W. R.; BRUCHA, G.; REIS, M. M. e REIS, M. G. Estudos de biodegradação de óleo diesel por consórcio microbiano coletado em Porto Velho – RO, Amazônia. Quím. Nova v.34, n.5, pp.775-779. ISSN 0100-4042. São Paulo, 2011. Acesso em 12 de abril de 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000500009>

MARIANO, A. P. Avaliação do potencial de Biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 2006.

OLIVEIRA, A.G.; SCARPA, M.V.; CORREA, M.A.; CERA, L.F.R.; FORMARIZ, T.P.; 2002. Universidade Estadual Paulista. Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos.