

## UTILIZAÇÃO DE GLICERINA EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO SINTÉTICOS.

Thaís P. Cavalcanti<sup>1</sup>, Rodrigo César Santiago<sup>2</sup>, Keila Regina S. Fagundes<sup>3</sup>, Jardel D. da Cunha<sup>4</sup>, César André P. Morales<sup>5</sup>, Amanda D. Gondim<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo - [thaispcavalcanti@outlook.com](mailto:thaispcavalcanti@outlook.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo - [rodrigo.santiago@ufersa.edu.br](mailto:rodrigo.santiago@ufersa.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo - [keilaregina@ufersa.edu.br](mailto:keilaregina@ufersa.edu.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo - [jardel.dantas@ufersa.edu.br](mailto:jardel.dantas@ufersa.edu.br)

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Licenciatura em Química - [candre\\_111@hotmail.com](mailto:candre_111@hotmail.com)

<sup>6</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica de Licenciatura em Química - [amandagondim.ufrn@gmail.com](mailto:amandagondim.ufrn@gmail.com)

### RESUMO

Diante da necessidade de adequar os fluidos de perfuração as normas ambientais, é de grande importância a busca por novas formulações que se enquadrem nesses critérios. Os fluidos sintéticos surgiram em consequência dessa necessidade e são menos prejudiciais do que os fluidos que utilizam óleos em sua base. Atualmente a base mais utilizada em fluidos sintéticos é a n-parafina. Ainda com relação as normas ambientais outra questão que vem sendo bastante estudada é a substituição e/ou complementação de combustíveis fósseis por fontes alternativas, sendo a biomassa uma grande aposta na produção de energia. Um exemplo de utilização da biomassa no setor energético que já está em utilização é o biodiesel. O biodiesel pode ser obtido através de um processo de transesterificação gerando como co-produto a glicerina. Com a crescente produção de biodiesel o emprego da glicerina na indústria tem sido pequeno diante da quantidade gerada, ocasionando em acúmulos sem destinos. Esse resíduo possui características físico-químicas compatíveis com os desejados para fluidos de perfuração. Sabendo disso, foram estudadas 4 formulações de fluidos de perfuração sintéticos variando a concentração de glicerina. Os resultados das análises físicas efetuadas foram satisfatórios pois mostraram que a glicerina confere propriedades desejadas, como viscosidade, e que podem ser adequadas de acordo com a concentração utilizada.

Palavras-chave: Fluidos de perfuração, biodiesel, glicerina.

### 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Thomas et al. [2001], os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes até gases. Do ponto de vista químico, eles podem assumir aspectos de suspensão,

dispersão coloidal ou emulsão, dependendo do estado físico dos componentes.

Os fluidos podem ser classificados com base no constituinte principal da fase contínua, segundo Monteiro [2007] eles podem ser classificados em líquidos, gases e misturas gás-líquido. Os líquidos são os mais utilizados e podem ser agrupados em fluidos base água e fluidos base óleo. Esses últimos

têm grande importância na perfuração devido a aspectos técnicos como poços direcionais e de alta pressão e temperatura, nos quais os requisitos de lubrificação e estabilidade térmica, por exemplos, são rigorosos. Devido à preocupação ambiental, os fluidos base óleo evoluíram dos óleos convencionais, como o diesel, para os óleos sintéticos, menos agressivos ao meio ambiente.

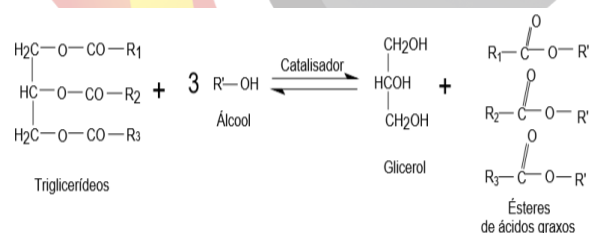
De acordo com Schaffel [2002] os fluidos de perfuração sintéticos foram desenvolvidos como uma alternativa às limitações de performance dos à base de água em resposta às restrições ambientais impostas aos fluidos à base de óleo. Utilizando como fluido base substâncias químicas sintéticas, os fluidos sintéticos são também chamados “pseudo-lamas à base de óleo”, pois na prática as substituem, oferecendo menor toxicidade e produção de menor volume de resíduos de perfuração. Os fluidos sintéticos são mais caros do que os oleosos, não deixando de serem economicamente compensadores. A n-parafina é o principal óleo sintético utilizado em perfurações no Brasil e um dos mais difundidos no mundo. [MONTEIRO, 2007]

Vários estudos são feitos na procura de formulações de fluidos de perfuração sintéticos que provoquem o menor dano possível ao meio ambiente.

Lôbo et al. [2009] relatam que suprir a demanda energética mundial tem sido um grande desafio para nossa sociedade. As questões ambientais associadas à queima de combustíveis fósseis têm contribuído para colocar a humanidade frente à necessidade de novas fontes energéticas. O uso em larga escala da energia proveniente da biomassa é apontado como uma grande opção que poderia contribuir para o desenvolvimento sustentável nas áreas ambiental, social e econômica. O biodiesel é um exemplo, já em aplicação, do emprego da biomassa para produção de energia.

Quimicamente, o biodiesel pode ser definido como um combustível alternativo constituído por ésteres alquílicos de ácidos carboxílicos de cadeia longa, provenientes de fontes renováveis como óleos vegetais ou gorduras animais. [SILVA, 2005].

O biodiesel pode ser obtido a partir da reação de transesterificação que é a reação de óleo ou gordura vegetal com um álcool para formar ésteres e glicerol, como mostra a Figura 1. [SILVA, 2011].





**II CONEPETRO**

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

Figura 1. Transesterificação de óleo vegetal com álcool primário, produzindo ésteres alquílicos. [SILVA, 2005].

O glicerol é um co-produto do processo de obtenção de biodiesel. Quimicamente o glicerol é um tri-álcool com 3 carbonos um líquido incolor, com gosto adocicado, sem cheiro e muito viscoso [BEATRIZ et al. 2010]. Para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzidos por transesterificação são gerados, aproximadamente, 10 m<sup>3</sup> de glicerina. [MOTA et al., 2009].

Beatriz et al [2010] abordam que o glicerol tem inúmeras aplicações na indústria, no entanto, a quantidade utilizada é muito menor do que a indústria do biodiesel produz atualmente.

Só para atender a demanda interna para a adição obrigatória de 5% ao diesel comum, o Brasil produz 2,6 milhões de toneladas do biocombustível por ano, gerando quase 300 mil toneladas de glicerina, constituindo um montante não absorvível pela indústria atual. A solução para este gargalo tecnológico está na criação de novos produtos à base de glicerina. [RODRIGUES et al., 2012].

A glicerina (termo referente ao produto glicerol na forma comercial, com pureza acima de 95%), segundo Milli et al. [2011] consegue ser empregada em vários tipos de indústrias devido as suas propriedades físico-químicas. Atualmente, muito se tem discutido

sobre a alta produção de glicerina, e o destino que pode ser encontrado para a mesma. Com este intuito pesquisadores estudam a geração de novos produtos de forma a obter um maior valor agregado para este subproduto do biodiesel.

Diante da busca por fluidos de perfuração sintéticos que agridam cada vez menos o meio ambiente assim como a procura por um destino para a glicerina e sabendo que esse resíduo apresenta propriedades que podem conferir ao fluido características desejáveis, como boa viscosidade e baixa toxicidade, uma alternativa para as duas buscas pode ser a utilização desse subproduto do biodiesel como base de fluidos de perfuração sintéticos.

O presente trabalho tem como objetivo o emprego da glicerina obtida a partir da reação de transesterificação como base nos fluidos de perfuração sintéticos.

## 2. METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta a metodologia utilizada.

**www.conepetro.com**  
**.br**

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

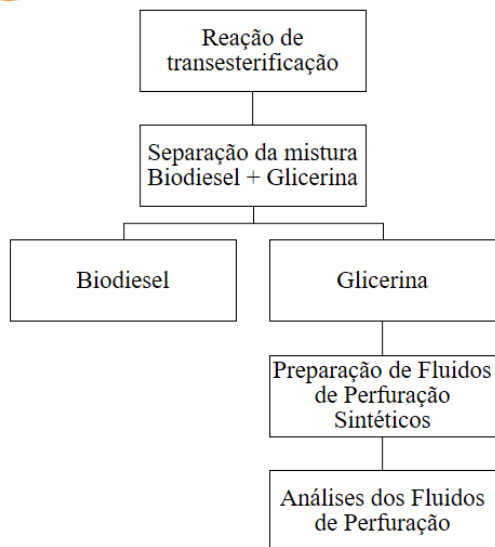


Figura 2. Procedimento experimental.

## 2.1. Reação de Transesterificação

A reação de transesterificação necessita de pelo menos uma razão molar óleo/álcool de 1:3 (ou seja, para cada 1 mol de óleo [874 g/mol] temos que ter 3 moles de metanol [96,12 g/mol]). Porém, é necessário um excesso de álcool para que reação alcance uma máxima conversão. Então foi utilizada uma razão molar óleo/álcool de 1:6. Para o catalisador foi utilizada uma quantidade de 1% com relação a massa de óleo.

Os reagentes utilizados e suas respectivas concentrações estão apresentadas na Tabela 1. A reação aconteceu com uma agitação contínua e aquecimento a 60 °C de todos os reagentes num intervalo de 1 hora.

Tabela 1. Aditivos utilizadas no processo de transesterificação.

Reagentes	Concentrações (g/mol)
-----------	-----------------------

Óleo vegetal de soja	700
Álcool Metanol	155,5
Hidróxido de Potássio	7

## 2.2. Separação da mistura

Após a reação de transesterificação ser finalizada a mistura foi colocada em um Funil de Decantação para ser separada através da diferença de densidade. Esse processo teve duração de 24 horas e duas fases foram obtidas, biodiesel e glicerina.

Para as concentrações dos reagentes que foram apresentados na Tabela 1, obteve-se uma quantidade de 122,09 g de glicerina.

## 2.3. Preparação dos Fluidos de Perfuração

Nesse processo os equipamentos utilizados foram: Balança de precisão e Hamilton Beach. Foram preparados 4 fluidos de perfuração sintéticos com base glicerina variando as concentrações. Os aditivos e concentrações estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Aditivos e concentrações.

Aditivos	Conc	Conc	Conc	Conc
	F1	F2	F3	F4
Glicerina	112 mL	75 mL	50 mL	25 mL
Controlador de Filtrado	4,57 g	4,57 g	4,57 g	4,57 g





## II CONEPETRO

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

<b>Salmoura</b>	88 mL	125 mL	150 mL	175 mL
<b>Argila Organofílica</b>	3,43 g	3,43 g	3,43 g	3,43 g
<b>Modificador Reológico</b>	1,14 g	1,14 g	1,14 g	1,14 g
<b>Baritina</b>	130,5 g	130,5 g	130,5 g	130,5 g

### 2.4. Análise dos Fluidos de Perfuração

Foram analisadas as propriedades físicas de viscosidade e filtrado dos fluidos através de um Viscosímetro Fann e um Filtro Prensa HPHT. Os resultados de viscosidade e limite de escoamento foram obtidos baseado nas relações apresentadas na Tabela 3. Através da uma linearização dos resultados com base na Equação 1 foram analisados os índices de fluxos, índices de consistência e o coeficiente de regressão ( $R^2$ ).

Tabela 3. Propriedades reológicas.

Propriedades	Relações
Viscosidade Aparente (cP)	L600/2
Viscosidade Plástica (cP)	L600 – L300
Limite de Escoamento (lb/100ft <sup>2</sup> )	L300 – VP

$$\tau = K(\gamma)^n \quad (1)$$

Onde:

$\tau$  = tensão de cisalhamento (Pa)

$\gamma$  = taxa de cisalhamento (s<sup>-1</sup>)

K = índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>)

n = índice de comportamento ou de fluxo

0 < n < 1 – fluido pseudoplástico

n = 1 – fluido newtoniano

n > 1 – fluido dilatante

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Influência da Concentração de glicerina nos parâmetros reológicos

As Tabelas 4 e 5 apresentam a influência do aumento da concentração de glicerina nos parâmetros reológicos.

Tabela 4. Resultados da linearização

Fluido	Índice de fluxo (n)	Índice de consistência (K) (mPas <sup>n</sup> )	R <sup>2</sup>
F1	0,4312	14,29	0,9831
F2	0,3713	7,49	0,9516
F3	0,4086	6,12	0,9718
F4	0,4964	1,18	0,9975

Tabela 5. Resultados dos parâmetros reológicos.

Fluido	Viscosidade Aparente (cP)	Viscosidade Plástica (cP)	Limite de escoamento (lb/100ft <sup>2</sup> )
F1	100	12	176
F2	52,5	44	17
F3	49	34	30
F4	15	10	10

Observando-se o coeficiente de regressão ( $R^2$ ), percebe-se que houve um bom ajuste do modelo de potência (Equação 1) aos dados reológicos de todos os fluidos. Além disso, o índice de comportamento ( $n$ ) apresentou valores típicos de fluidos pseudoplásticos, variando de 0,37 a 0,49.

De maneira geral as propriedades reológicas se comportaram de acordo com a concentração de glicerina.

### 3.2. Influência da Concentração de glicerina nos parâmetros de filtração

A Tabela 6 apresenta a influência do aumento da concentração de glicerina nos parâmetros de filtração.

Tabela 6. Parâmetros de filtração.

Fluido	Volume de Filtrado
F1	3
F2	1
F3	9
F4	> 60

Os resultados mostram uma redução do volume de filtrado com a glicerina, isso ocorre devido ao aumento da viscosidade do fluido que ao manter os sólidos em suspensão confere uma boa qualidade ao reboco formado.

Além da base que é utilizada no fluido a concentração de salmoura também influenciará no filtrado, podemos constatar isso através da Equação 2. Devido à alta

concentração de salmoura o fluido 4 apresentou um valor muito elevado.

$$Q_{w2} = Q_{w1} \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} \quad (2)$$

Onde:

$Q_{w2}$  – Volume de filtrado do fluido 2

$Q_{w1}$  – Volume de filtrado do fluido 1

$\mu_2$  – Viscosidade do fluido 2

$\mu_1$  – Viscosidade do fluido 1

## 4. CONCLUSÕES

Com base nos parâmetros avaliados verifica-se que o emprego da glicerina como base de fluidos de perfuração sintéticos é potencial, sendo uma alternativa à substituição de outras bases oleosas sintéticas. Com correções de ajustes de formulação, a glicerina poderá se adequar e conferir propriedades desejáveis para aplicação satisfatória em perfuração de poços de petróleo. A utilização da glicerina, ainda, garante uma disposição correta desse resíduo, minimizando os possíveis impactos ambientais que poderiam ser gerados com seu descarte inadequado, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## II CONEPETRO

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

BEATRIZ, A; ARAÚJO, Y. J. K; LIMA, D. P. de. **Glicerol: Um Breve Histórico E Aplicação Em Sínteses Estereosseletivas.** Química Nova, Campo Grande, v. 34, n. 2, p.306-319, dez. 2010.

LÔBO, I. P; FERREIRA, S. L. C; CRUZ, R. S. da. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analítico.** Química Nova, v. 32, n. 6, p.1596-1608. 2009.

MILLI, B. B., GRIPA, C. D., SIMONELLI, G. **Aplicações Alternativas Da Glicerina Oriunda Do Biodiesel.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-9, maio 2011.

MONTEIRO, E. N. **Estudo do comportamento PVT de misturas de metano e fluidos de perfuração base de n-parafina.** 2007. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências e Engenharia de Petróleo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A. da.; GONÇALVES, V. L. C. **Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da Glicerina de produção de biodiesel.** Química Nova, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p.639-648, mar. 2009.

RODRIGUES, D. C.; CARTAXO, M. A. A.; BRANDÃO, M. C. R., SILVA FILHO, E. D. **Aproveitamento da Glicerina para Desenvolvimento de Combustível Líquido de Segunda Geração.** In: CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas.

SCHAFFEL, S. B. **A Questão Ambiental Na Etapa De Perfuração De Poços Marítimos De Óleo E Gás No Brasil.** 2002. 130 f. Tese (Doutorado), Ciências Em Planejamento Energético, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, C. L. M. da. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol.** 2005. 64 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Inorgânica, Departamento de Química Inorgânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA NETO, M. A. da. **Emulsão Inversa a Base de Óleos Vegetais para Fluidos de Perfuração.** 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

SILVA, T. A. R. da. **Biodiesel De Óleo Residual: Produção Através Da Transesterificação Por Metanólise E Etanolise Básica, Caracterização Físico-Química E Otimização Das Condições Reacionais.** 2011. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** Interciência, 2001.