

## UTILIZAÇÃO DE COPRODUTO DO BIODISEL DO PINHÃO MANSO COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO SUPLEMENTAR ESPECIAL

Henrique Borges de Moraes Juvinião<sup>1</sup>; Marcos Allyson Felipe Rodrigues; Larissa Sobral Hilário;  
Emily Cintia Tossi de Araújo Costa; Djalma Ribeiro da Silva

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, DPET- [henriquebm.eng@gmail.com](mailto:henriquebm.eng@gmail.com)

Com o aumento no consumo de combustíveis fósseis o mercado de petróleo e gás busca aumentar cada vez mais a produção sem que haja um aumento nos custos. Os reservatórios convencionais de petróleo estão cada vez mais escassos, com isso a indústria tem que desenvolver tecnologia para prospectar hidrocarbonetos de reservatórios não convencionais, os quais requerem a aplicação de métodos especiais de recuperação do óleo. Porém o custo desses métodos não acompanha linearmente a curva de receita, pois os métodos utilizados atualmente requerem o uso de equipamentos de elevado custo e intervenções que muitas vezes não conseguem o resultado esperado devido as altas tensões interfaciais (CURBELO, 2006).

Com isso pesquisas são amplamente utilizadas para solucionar esse impasse de custo e receita, assim, os grandes investimentos na produção de biodiesel cresceram abruptamente nos últimos 10 anos conseguindo atingir a marca de 24.978.032 barris equivalente de petróleo (bep) no ano de 2015 (ANP). Devido a esse crescimento também houve o aumento da produção dos coprodutos do biodiesel, sendo o de volume produzido mais relevante a glicerina. Assim, o presente trabalho visa realizar uma análise de utilização da glicerina produzida no processo de transesterificação na produção de biodiesel, a partir do pinhão manso, como um método de recuperação suplementar avançado para a indústria do petróleo.

Os reservatórios de petróleo possuem na sua descoberta certa quantidade de energia acumulada, a qual se denomina energia primária, essa pode variar de acordo com os fluidos contidos e com as condições de pressão e temperatura reinantes, caso essa energia seja suficiente para elevar os hidrocarbonetos até a superfície, denominamos esse poço como surgente. O ciclo de vida de produção dos reservatórios de petróleo pode ser dividido em três estágios. No primeiro estágio ele utiliza apenas a energia primária para produzir, logo, o método é classificado como método de recuperação primário (BORGES, 2009).

Porém ao longo de sua produção a energia do reservatório se dissipa e com isso são aplicados métodos para suplementar o reservatório com energia secundária, ou seja, realizar uma manutenção na pressão atual do reservatório e deslocar o óleo em direção dos poços produtores (ROSA, 2006).

Com isso se inicia o segundo estágio, no qual são injetados fluidos nativos do próprio reservatório, os mais utilizados são a injeção de água e de gás, assim são delimitados os métodos de recuperação secundários. Porém esses métodos possuem um limite de produção de hidrocarbonetos, por isso, para retirar o óleo residual são necessários métodos de recuperação suplementar especiais. Os fluidos injetados nesse estágio naturalmente não tiveram contato com o reservatório antes, e por

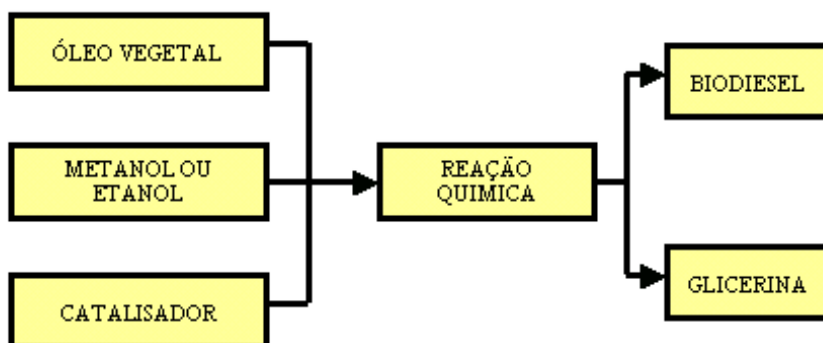
isso são capazes de modificar as condições mecânicas de deslocamentos do óleo. Fazendo com que as forças viscosas e as forças intermoleculares se reduzam, facilitando assim a produção de fluidos do reservatório (ROSA, 2006)

As aplicações dos métodos de recuperação suplementar especial são divididas em três subcategorias, sendo elas os métodos miscíveis, métodos térmicos e os métodos químicos. E o seu uso em reservatórios é direcionados a campos maduros, visto que eles já possuem um grande déficit de energia. Segundo Souza (2002) pode-se definir um campo maduro como todo campo que se encontra em avançado estágio de exploração, com índices de produção declinantes que já ultrapassaram seu pico de produção, necessitando de diversas técnicas de recuperação avançada de petróleo.

O reconhecimento de campos que são candidatos a recuperação especial requer em geral a familiaridade com cada campo de óleo em uma determinada área e a compreensão dos métodos especiais de recuperação secundária (ROSA, 2006). A injeção de glicerina bruta se encaixa como um método de recuperação suplementar, pois se trata de uma substância diferente das que estão presentes no reservatório de petróleo.

A produção da glicerina bruta ocorre juntamente com a produção do biodiesel, segundo Oliveira (2012) o processo de produção do biodiesel é composto basicamente pelas etapas de obtenção da matéria prima; transesterificação da matéria prima; separação das fases; recuperação; desidratação do álcool; purificação do biodiesel e da glicerina. Esse processo pode ser observado na Figura 1.

Figura 01 – Processo de Produção da Glicerina



Fonte: Potencial para produção de energia renovável. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo9.htm>>

A etapa de obtenção da matéria prima esta relacionada ao processo de extração do óleo vegetal existente no produto. Na etapa seguinte o óleo é separado do solvente por meio de métodos químicos e em seguida é submetido ao processo de transesterificação. Nessa etapa ocorrem reações químicas entre o óleo vegetal e um álcool, metanol ou etanol, que com o auxílio de catalizadores, como hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, aceleram a reação. Em seguida a mistura é submetida a um processo de separação, e o álcool produzido fica retido na parcela da glicerina como um éster e é recuperado por meio de evaporação, após esse processo é obtido à glicerina bruta e o biodiesel (LARSEN, 2009).

Para a produção do biodiesel é necessário o cultivo de oleaginosas das quais as sementes possuam um elevado teor de óleo. Segundo Cortezão (1956) o pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) é

da família das Euphorbiaceae, mesma família da mamona (*Ricinus communis* L.) e da mandioca (*M. utilisissima*), exigente de uma alta taxa de insolação e ainda possui alta resistência a seca (EMBRAPA, 2016). Lucena (2008) afirma que o pinhão manso é uma oleaginosa com grande potencial de produção de biodiesel podendo conter um teor médio de óleo nas sementes de 34% e conforme Castañeda (2014) uma produção de glicerina bruta correspondente a 10% do volume total do biodiesel. A glicerina bruta tem em sua composição 90% de glicerol e 10% de impurezas como água, lipídeos, cinzas e metanol, o que resulta na necessidade de tratamentos físico-químicos que purifiquem e adequem esses compostos para aplicações em indústrias de cosméticos e fármacos. Algo que não é necessário para a indústria de petróleo e gás, visto que essas impurezas não iram causar grandes variações na recuperação suplementar especial de hidrocarbonetos (CASTAÑEDA 2014). A Figura 2 ilustra o aspecto desses fluidos produzidos a partir do pinhão manso.

Figura 02 – Fluidos produzidos do Pinhão Manso



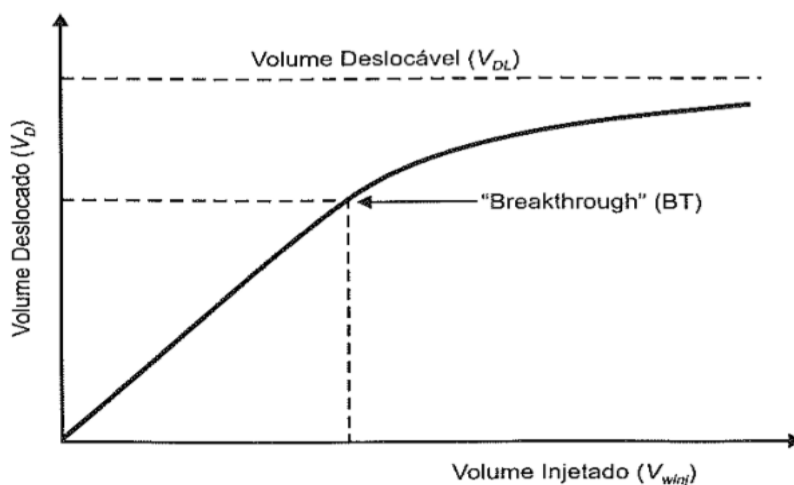
Fonte: EMBRAPA, 2016

No ano de 2004 foi elaborado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), a partir da Lei 11.097/05, estabelecendo que todo óleo diesel comercializado no território nacional seja adicionado um determinado percentual de biodiesel (BRASIL, 2016). Desde 1º de novembro de 2014, visando aumentar o impacto da produção, o óleo diesel comercializado em todo território nacional contém 7% de biodiesel essa regra foi estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) visando aumentar o impacto do PNPB. O Brasil hoje é o segundo maior consumidor de biodiesel no mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América. Hoje há no território nacional 50 usinas aptas a operar comercialmente na produção de biodiesel, com uma capacidade instalada de produção de 7,26 MMm<sup>3</sup> por ano (Portal Brasil, 2016).

Associando esses dados aos dados de Castañeda (2014) pode-se prever uma produção de cerca de 0,726 MMm<sup>3</sup> por ano de glicerina bruta, cuja as aplicações na indústria apresenta-se bem restrita. Contudo, esse volume poderia ser amplamente utilizado em métodos de recuperação avançada de petróleo (BORGES, 2009).

O ponto de transição da curva de comportamento linear para não-linear nos métodos secundários é conhecido como breakthrough, nesse ponto ocorre a produção da primeira gota de fluido injetado no reservatório é produzida juntamente com os hidrocarbonetos (ROSA, 2006). Ou seja, conclui-se assim que o volume de fluidos injetados no reservatório não é igual ao volume de óleo produzido, esse ponto pode ser observado na Figura 3.

Figura 03 – Curva de Breakthrough

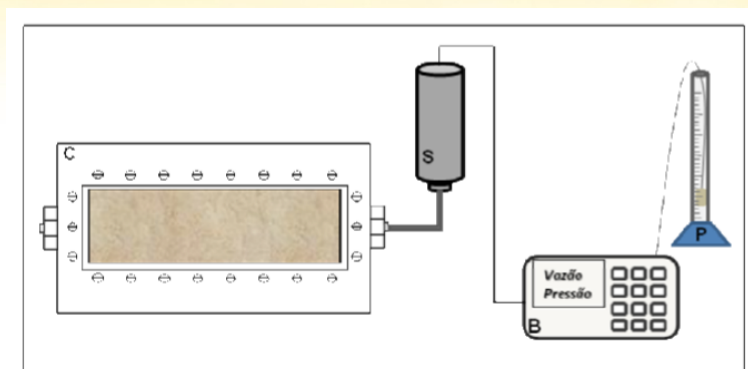


Fonte: ROSA, 2006

A partir deste ponto de breakthrough é possível constatar no gráfico que o volume deslocado que se encontrar no eixo ordenado começa a se comportar mais linearmente saindo, mostrando que mesmo que o volume injetado, eixo abcissa, continue aumentando o volume deslocado não irá acompanhar esse aumento. Assim os métodos de recuperação secundários começam a apresentar grandes quedas de produção de volume de hidrocarbonetos e uma crescente produção de água ou gás na miscível que está sendo injetado no reservatório. Segundo Rosa, 2006, para entender o objetivo dos métodos de recuperação suplementar especiais é necessário analisar a eficiência de varrido horizontal; fator de contato e eficiência de deslocamento; visto que esses métodos visam melhorar os fatores de eficiência e recuperar uma parte adicional do óleo remanescente.

O trabalho de Borges (2009) demonstra excelentes resultados da utilização da glicerina bruta do biodiesel como um método de recuperação suplementar especial. No trabalho foi desenvolvido um sistema experimental com o objetivo de simular um reservatório de petróleo, o qual foi possível injetar petróleo no reservatório modelo e posteriormente recuperar o óleo retido nos poros por meio da injeção de glicerina bruta. O sistema experimental é composto por uma célula micro reservatório, um sistema de aquecimento e um sistema de injeção de fluidos. Esse sistema pode ser observado através da Figura 4.

Figura 04 – Sistema Experimental



Fonte: BORGES, 2009

No experimento Borges (2009) utilizou em seus testes petróleo do tipo parafínico, os quais oferecem dificuldades na produção. Antes da injeção da glicerina bruta o autor utilizou métodos de recuperação secundários compostos por água e surfactantes que resultaram em uma recuperação de 20% do volume de óleo. Após essa etapa, se iniciaram os testes com a glicerina bruta, os quais apresentaram ótimos resultados para a injeção de glicerina bruta, tendo um aumento significativo na produção de óleo resultando de um balanço de massa cujo fator de recuperação foi de 80%.

Esse aumento de valor pode ser observado devido à glicerina bruta ter agido como uma solução alcalino-surfactante-polímero ASP onde: o álcali seria proveniente do catalisador que não reagiu durante a produção do biodiesel, o surfactante seria formado no reservatório, através da reação da base com os ácidos graxos presentes no petróleo (fatores que influenciam na diminuição da tensão interfacial entre a água- óleo-reservatório), e a característica de polímero seria devido à alta viscosidade da glicerina bruta- GB, aumentando assim a eficiência de varrido (BORGES, 2009). Já, conforme o trabalho de Quintela (2007) apenas um simples aquecimento da emulsão de glicerina bruta-óleo em um vaso separador com temperatura entre 60 e 80 °C resulta em uma separação de 94% do volume inicial do vaso. Além de possuir uma toxicidade quase nula, não causando danos ambientais bem como para as propriedades permo-porosas do reservatório (BORGES, 2009).

Assim é possível inferir que o uso da glicerina bruta como um método de recuperação suplementar especial é uma alternativa recomendada. Devido a ser um coproduto produzido em elevada quantidade em processos industriais, acarretando em um menor custo de fluido a ser injetado no reservatório; como ela é proveniente do biodiesel do pinhão manso sua produção iria potencializar a agricultura familiar o que resultaria em um melhoramento do índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região semiárida; e por fim, ser um método de alta eficiência com um fator de recuperação de 80%, resultando em um aumento do volume de óleo produzido, o que poderia gerar a reativação de muitos campos que foram abandonados devido a inviabilidade econômica.

## Referências

Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis [www.anp.gov.br/?dw=8739](http://www.anp.gov.br/?dw=8739)  
Acessado em: outubro de 2016

BORGES, Sarah M. Santana. Recuperação avançada de petróleo (EOR) com a utilização da glicerina bruta (GB) co-produto da produção de Biodiesel. 2009. Mestrado (Dissertação). Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia-UFBA, Salvador, BA, 2009.

CASTAÑEDA, R. D. S. Glicerina bruta e ureia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte. 2011. 46f. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Disponível em: <[www.ppz.uem.br/producao/getdoc.php?id=316](http://www.ppz.uem.br/producao/getdoc.php?id=316) >. Acesso em: Agosto de 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/681002/biodiesel> Acesso em: Julho de 2016

OLIVEIRA, D. S. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de Moringa Oleífera. 2012. 61f. Mestrado. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte- UERN, Rio Grande do Norte, 2012.

PORTAL BRASIL. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2016/03/aumento-do-biodiesel-no-diesel-ajudara-brasil-a-cumprir-metas-ambientais-afirma-dilma>

ROSA, A. J., Carvalho, R. S., Xavier, J.A.D., Engenharia de Reservatórios de Petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

SOUZA, L. P., Estudo sobre tomada de decisão em projetos de rejuvenescimento de campos petrolíferos maduros. 2002. Dissertação (Mestrado), COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

LARSEN, A. C. Co-digestão anaeróbica de glicerina bruta e e uente de fecularia. 2009. 55f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2009. Disponível em: <<http://www.dominio-publico.gov.br/download/texto/cp114920.pdf>>. Acesso em: Agosto de 2016

LUCENA, A. M. A. *et. al.* 26 Oleaginosas e seus Óleos: Vantagens e desvantagens para produção de biodiesel e caracterização físico-química de sementes de seis acessos de pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, CLÍNICA TECNOLÓGICA EM BIODIESEL, 2008, Lavras. Biodiesel: tecnologia limpa: anais... Lavras: UFLA, 2008. 6 p.

