

MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO A BASE DE ÉSTERES

TECHNOLOGICAL MAPPING OF DRILLING FLUIDS IN OIL-BASED OIL WELLS

Juliane Oliveira Rodrigues¹; Daiane Costa Guimarães²; Cleide Mara Barbosa da Cruz³; Gabriel Francisco da Silva⁴; Suzana Leitão Russo⁵; Larissa Alves da Silva⁶

¹ Núcleo de Petróleo e Gás- NUPETRO

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - julianeeorodrigues@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - dayaned10@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - cmara.cruz@hotmail.com

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - gabriel@ufs.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - suzana.ufs@hotmail.com

⁶Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil - larissaalves.d.s@outlook.com

Resumo

A alta demanda por combustíveis fósseis e a grande utilização de matérias primas derivadas de petróleo aumentou consideravelmente a exploração e a produção de hidrocarbonetos. Diante deste cenário a perfuração de poços é uma operação importante para a extração dos produtos oriundos de reservas petrolíferas. Além do alto custo financeiro este procedimento apresenta alto risco de segurança para os profissionais. Uma alternativa para mitigar os riscos é a utilização de fluidos de perfuração com o objetivo de manter a segurança durante a perfuração dos poços, evitando explosões e derramamentos, além de favorecer a estabilidade das formações rochosas que estão sendo escavadas. No entanto, o uso de óleos na formulação dos fluidos de perfuração compromete a segurança ambiental, causando desastres ambientais na flora e a fauna. Por isso, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para a produção de compostos a base de ésteres, já que esta mostra-se uma alternativa tecnicamente eficaz, financeiramente viável e ecologicamente segura. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo realizar um mapeamento dos fluidos de perfuração de poços de petróleo a base de ésteres bem como analisar depósitos de patentes, de modo a facilitar a produção de novas tecnologias e estudos acerca do tema. A metodologia deste estudo consiste num estudo exploratório de natureza quantitativa. Os resultados mostraram que na base Espacenet existem 141 depósitos de patentes sobre o tema e destes somente em 2012 á 2014 o percentual aumentou significativamente, no entanto esse número reduziu nos últimos anos.

Palavras-chave: fluidos de perfuração, petróleo, ésteres.

Abstract

The high demand for fossil fuels and the large use of oil-derived raw materials has considerably increased hydrocarbon exploration and production. Given this scenario, drilling wells is an important operation for the extraction of products from oil reserves. In addition to the high financial cost, this procedure presents a high security risk for professionals. An alternative to mitigate the risks is the use of drilling fluids in order to maintain safety when drilling wells, avoiding explosions and spills, in addition to favoring the stability of the rock formations being excavated. However, the use of oils in the formulation of drilling fluids compromises environmental safety, causing environmental disasters in flora and fauna. For this reason, new technologies are being developed for the production of compounds based on esters, since this proves to be a technically effective, financially viable and ecologically safe alternative. Given the above, this study aims to map the drilling fluids of oil wells based on esters as well as analyze patent deposits, in order to facilitate the production of new technologies and studies on the subject. The methodology of this study consists of an exploratory study of a quantitative nature. The results showed that in the Espacenet database there are 141 patent deposits on the subject and of these only in 2012 to 2014 the percentage increased significantly, however this number has reduced in recent years.

Keywords: drilling fluids, petroleum, esters.

1. Introdução

Nas operações de perfuração de poços o fluido de perfuração é um agente primordial para o sucesso na execução dos projetos, o fluido adequado vai depender, dentre outras variáveis das características de formação rochosa a ser atravessada por meio da profundidade do reservatório de petróleo, do ambiente da locação e da viabilidade econômica. No entanto a escolha inadequada deste fluido pode inviabilizar a execução do projeto gerando prejuízos incalculáveis (OLIVEIRA, 2015).

Existem diversas formulações de fluidos de perfuração e estas são escolhidas conforme as características do projeto de poços a serem perfurados, estes por sua vez são divididos em três grandes categorias: base aquosa, base oleosa e base sintética. O primeiro é pouco poluente, mas possui uma menor eficiência técnica, já o segundo tem uma maior eficácia, porém não é muito indicado pela grande capacidade de contaminação ao meio ambiente (CORRÊA et al., 2017).

Para Almeida e Silva (2010) a reologia e o controle de volume filtrado são duas importantes características para estes compostos fluidos. Uma boa reologia permite manter os cascalhos, advindos da perfuração, em suspensão durante a circulação da lama de perfuração; propicia a lubrificação e o esfriamento da broca que está em atrito com as formações rochosas possibilitando a estabilização das paredes do poço evitando desmoronamentos, já o controle do volume filtrado permite a formação de uma fina camada de reboco com as partículas evitando que o fluido se perca totalmente entre os poros das rochas perfuradas.

A indústria de petróleo é altamente onerosa e a sociedade tem uma maior preocupação com as questões climáticas e ambientais, então há uma maior exigência em desenvolvimento de projetos de exploração e produção de petróleo com geração de fluidos com um menor custo e, principalmente, com formulações menos poluentes (ALBINARTE, 2007).

Existe um grande desenvolvimento de pesquisas que visam sanar esta problemática, já que fluidos a base de óleo tem uma alta eficiência, porém é uma grande fonte poluidora de lençóis freáticos, leitos marinhos e do solo, no entanto os óleos minerais tem uma capacidade de degradação muito baixa quando comparada com os ésteres. Silva Neto (2002) comparou, num intervalo de 35 dias, uma taxa de degradação de 3,9% para o primeiro composto, enquanto que o segundo apresentou um valor próximo a 83%.

Uma alternativa para este problema seria a utilização de biodiesel como substituição ao óleo mineral derivado do petróleo, visto que o biodiesel é produto da transesterificação de óleos vegetais ou de resíduos gordurosos provenientes de animais. Assim, ele mantém as propriedades similares ao diesel convencional, favorecendo a eficiência técnica do composto, mas com um alto potencial biodegradável, por ser uma alternativa de baixo custo e com menor poder poluente ele se apresenta como uma opção favorável na produção de fluidos de perfuração ambientalmente corretos (CASTRO, 2009).

Atualmente existe uma grande quantidade de trabalhos publicados com novas formulações, estudos da caracterização dos mesmos e avaliação da performance destes compostos em poços de petróleo perfurados nos mais diferentes cenários.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo realizar um mapeamento dos fluidos de perfuração de poços de petróleo a base de ésteres bem como analisar os depósitos de patentes de modo a facilitar a produção de novas tecnologias e estudos acerca do tema.

2. Referencial Teórico

2.1. Fluidos de perfuração

Os fluidos de perfuração são compostos que podem conter um solvente, material orgânico, alcalinizantes e sólidos em suspensão em diferentes proporções (SERRA, 2003). O *American Petroleum Institute* define fluido de perfuração como qualquer composto capaz de desempenhar funções específicas dentro do poço, tais como: refrigerar e lubrificar a broca, manter os cascalhos em suspensão, formar o reboco que estabiliza as paredes da formação rochosa perfurada, assim

como manter a pressão hidrostática no interior do poço maior do que a pressão do reservatório de petróleo (BARBOSA, 2006)

Para Silva Neto (2002) a escolha dos aditivos e de suas proporções devem estar de acordo com a configuração do poço, com as características das rochas a serem perfuradas, com a profundidade do reservatório de petróleo e com a presença de zonas de perda de circulação, dentre outros fatores. Para um mesmo poço pode ser usado mais de um tipo de fluido e sua composição vai depender da finalidade a qual se destina. Em relação ao meio dispersante, os fluidos podem ser classificados em fluidos base gás, base água, base óleo e base sintética.

Conforme Guimarães *et al* (2007) os fluidos base gás são menos utilizados, pois possuem aplicações muito específicas e geralmente não é usado em perfurações com mesa rotativa, em presença de aquíferos ou com cavernas e zonas de perdas.

Quando o solvente utilizado, como base seja água, o composto torna-se menos agressivo, pois este é formado basicamente de água e uma mistura de materiais argilosos, e tem como vantagens seu baixo potencial poluidor e o baixo custo. No entanto tem como desvantagem ser altamente reativo a formações argilosas, podendo provocar o inchamento das rochas e ocasionar a prisão da coluna de perfuração, prejudicando a continuidade da operação (BARBOSA, 2006).

Os fluidos de base oleosa possuem maior vantagem em relação ao anterior como melhor lubricidade, maior estabilidade de folhelho de reativos e controle do volume do filtrado (FERREIRA, 2009). Por ser produzido a partir de óleo diesel ou outros óleos minerais, seu maior inconveniente é o fato de possuir um elevado poder poluidor com alta toxicidade, tem um maior risco de causar explosões e um alto custo. Devido a estes importunos uma alternativa criada foi o uso de substâncias menos poluidoras, mas que houvesse a manutenção das propriedades benéficas a execução da operação (SILVA NETO, 2002).

Estudos estão sendo desenvolvidos visando a substituição destes materiais por ésteres e parafinas que são menos tóxicos e menos inflamáveis.

2.2. Biodiesel

O biodiesel é um composto de ésteres de alquila originados do processo de transesterificação de triglicerídeos com um álcool. É um combustível renovável, que pode ser derivado de fontes vegetais ou animais (ALBINARTE, 2007).

Com a grande demanda por fontes de energias renováveis a produção tornou-se significativa nos últimos anos, ocasionando pesquisas de seu uso nos mais variados fins. Dentre eles a utilização em fluidos de perfuração, já que a reação de transesterificação dos óleos gera muitos rejeitos, entre

eles a glicerina. É um subproduto que tem baixo valor agregado e é usado principalmente na indústria de cosméticos, limpeza e alimentícia (CASTRO, 2009).

Diante das muitas possibilidades, estudos estão sendo realizados para investigar o uso da glicerina como base de fluidos de perfuração.

2.3. Fluidos a base de biodiesel

Os óleos vegetais apresentam-se como uma alternativa viável na fabricação dos mais diversos produtos, pelo seu caráter renovável. Sendo assim o uso como meio dispersante em fluidos de perfuração é uma opção que implica em vantagens nos aspectos de segurança operacional, ambiental e financeira (SILVA NETO, 2002).

A fabricação de fluidos com ésteres segue o mesmo princípio da produção de compostos a base de óleo diesel ou mineral e devem ter características técnicas capazes de promover uma composição estável, com características de toxicidade e biodegradabilidade compatíveis com as exigidas pelos órgãos ambientais. Além disso, deve ter a capacidade de não dissolver determinados compostos encontrados em rochas constituintes da locação de exploração e produção de petróleo (COSTA, 2010).

A utilização de ésteres na produção de fluidos é uma alternativa viável e eficiente e isto pode ser demonstrado pela grande quantidade de produções científicas que estão sendo desenvolvidas ao longo dos últimos anos.

3. Metodologia

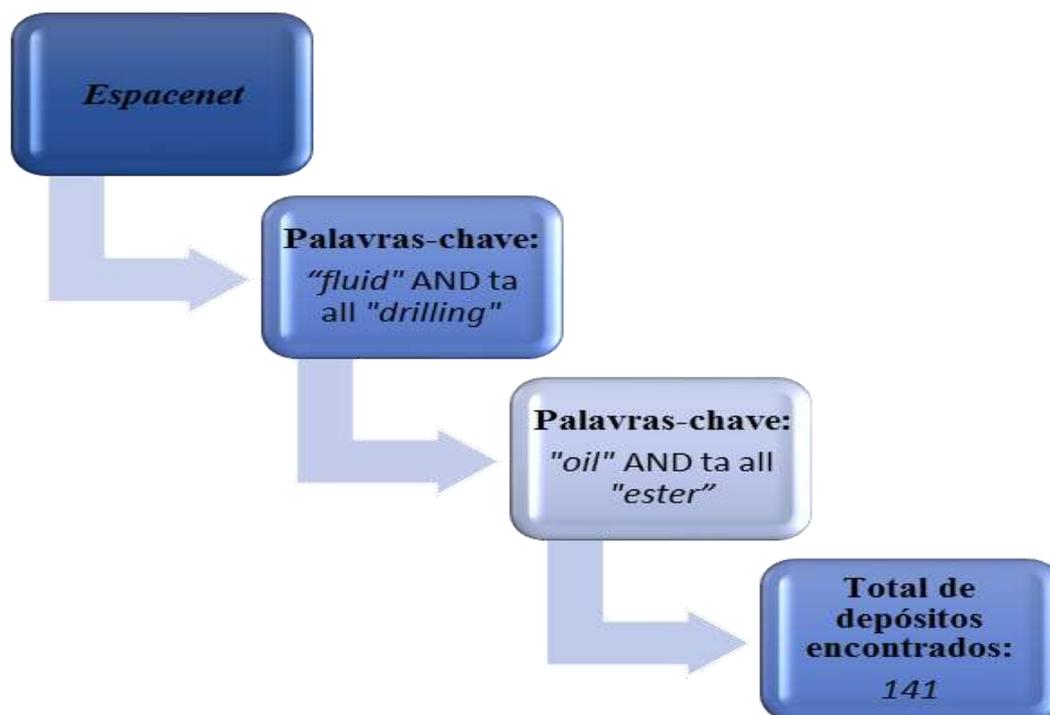
A metodologia desta pesquisa caracteriza-se como estudo exploratório descritivo de natureza quantitativa. Os assuntos das pesquisas exploratórias geralmente são feitos por meio de pesquisas bibliográficas, citações e exemplos, já a pesquisa descritiva ocorre por meio da descrição do objeto de estudo e investe na coleta de dados especialmente quantitativo.

Foi realizado um mapeamento tecnológico relacionado aos fluidos de perfuração de poços de petróleo a base de ésteres, na base de dados *Espacenet*.

A coleta dos dados foi dividida em duas etapas, sendo que na primeira etapa foi feita a realização da pesquisa bibliográfica. Na segunda etapa foi feita a busca na base *Espacenet* para mapear as produções tecnológicas, foram utilizadas as palavras-chave “*fluid*” AND ta all “*drilling*” AND ta all “*oil*” AND ta all “*ester*”, onde foram encontrados cento e quarenta e um (141) depósitos de patentes dos anos de 1970 a 2018.

A Figura 1 apresenta as etapas e estratégias de busca para obtenção dos dados desta pesquisa, destacando a base *Espacenet*, bem como o uso das palavras-chave selecionadas para esta pesquisa, por fim o total de depósitos de patentes encontrados.

Figura 1 – Fluxograma para obtenção dos dados

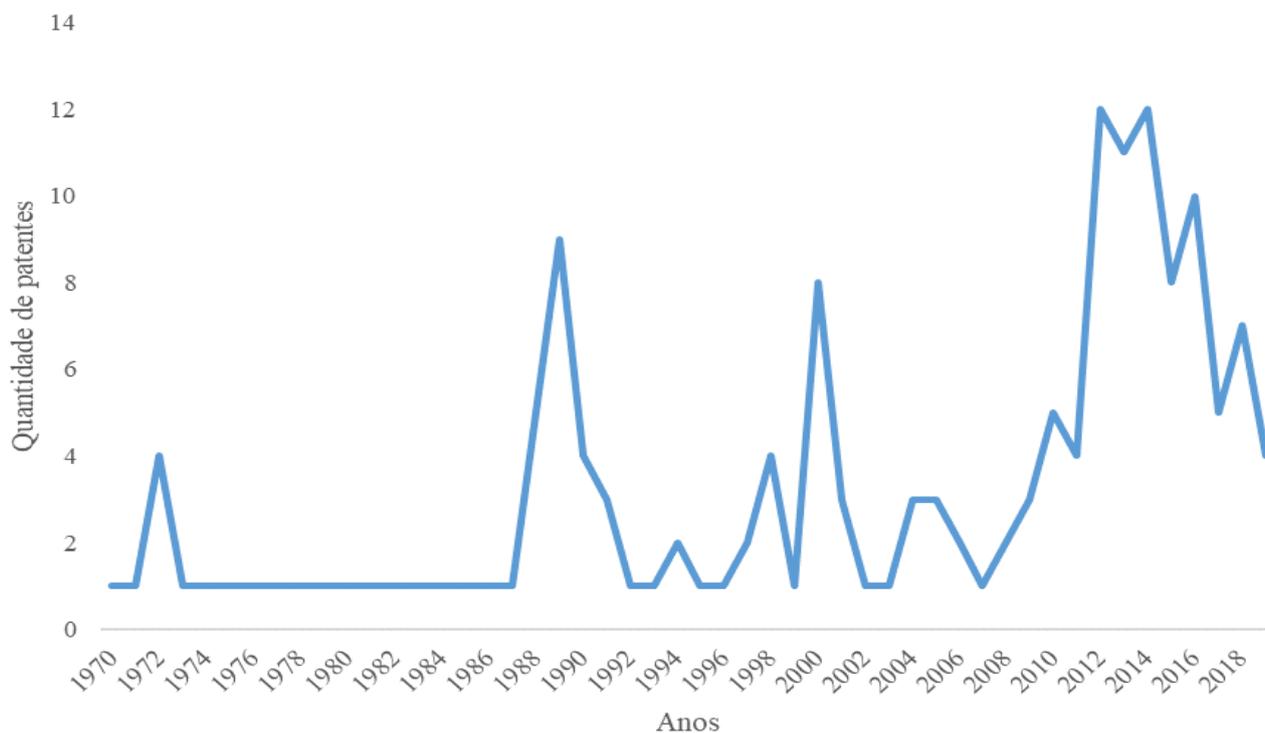


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

4. Resultados

Com base na busca realizada na base de dados *Espacenet* foi realizado um levantamento quantitativo das produções tecnológicas dentro do período analisado, sendo analisados os depósitos de patentes de 1970 a 2018 sobre os fluidos de perfuração e óleo e éster. Após a coleta de dados, a primeira análise realizada foi a distribuição de depósitos de patentes por ano conforme é possível observar na Figura 2.

Figura 2 – Evolução anual de depósitos de patentes no Espacenet (1970-2018)



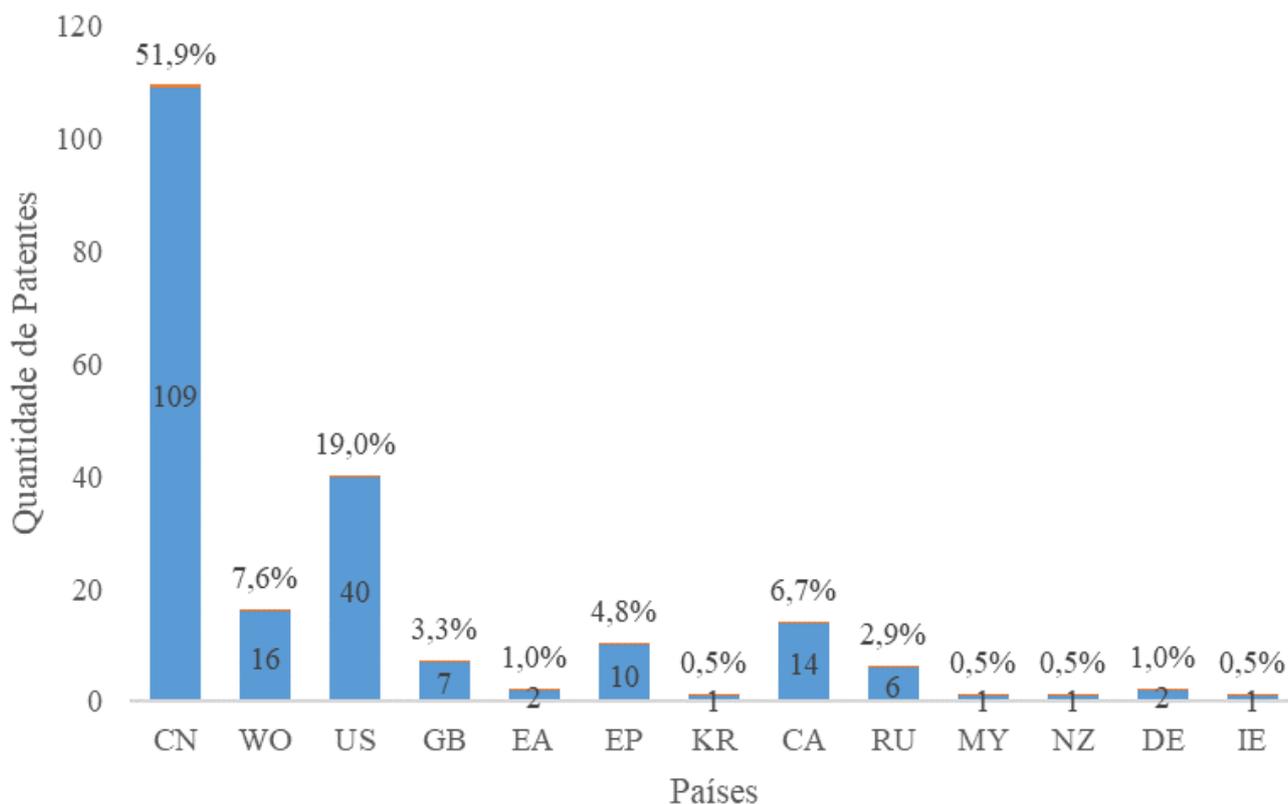
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 2 apresenta a evolução anual de depósitos de patentes na base *Espacenet*, a pesquisa abrange o período de 1970 a 2018, pois o primeiro registro sobre tecnologias voltadas a fluidos de perfuração e óleo e éster, sendo que neste ano houve apenas um (01) depósito de patente.

No ano de 1972 houve uma elevação com quatro (04) depósitos, no entanto depois desse aumento somente em 1988 houve um aumento nesse quantitativo sendo cinco (05) depósitos, pois os anos anteriores só tiveram um (01) depósito.

Em 1989 foram encontrados nove (09) depósitos de patentes, mas só em 2012, 2013, 2014 esse quantitativo foi mais que dez (10), sendo doze (12), onze (11), doze (12) na sequência, no entanto nos anos seguintes esse quantitativo diminuiu e no último ano coletado nesta pesquisa foram encontrados apenas sete (07) depósitos de patentes relacionados ao tema. Vale ressaltar que o ano de 2018 as patentes apresentam período de sigilo, por esse motivo um quantitativo menor.

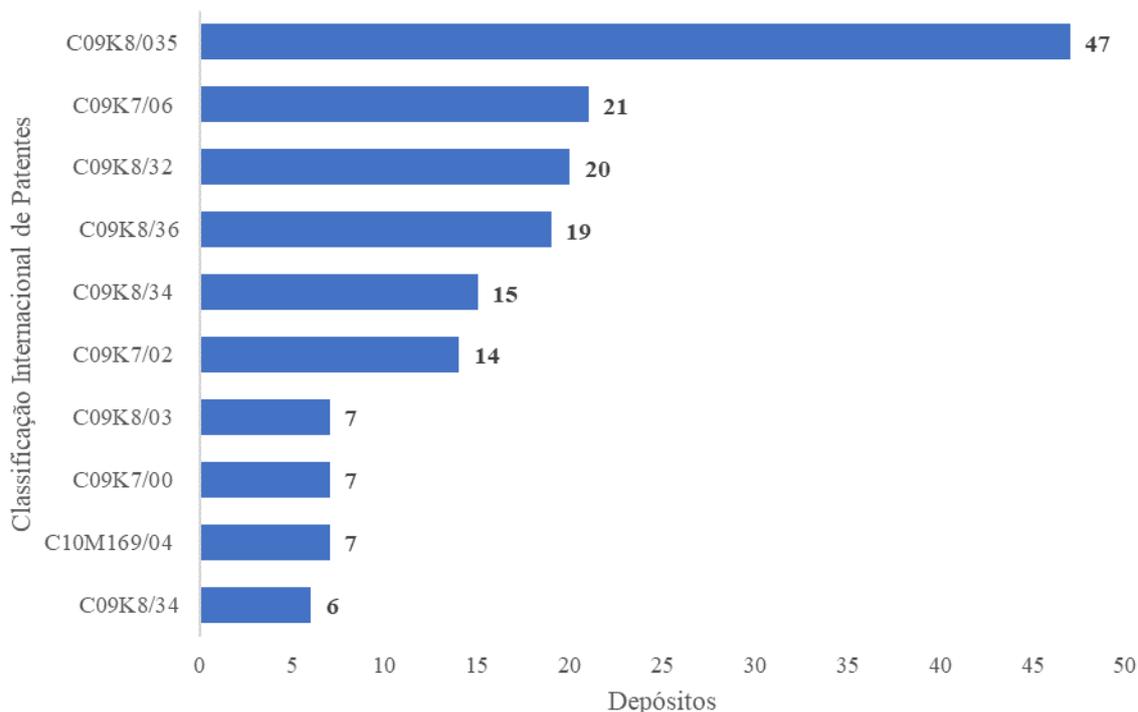
Figura 3 – Principais países depositantes



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 3 destaca os principais países depositantes de patentes relacionadas a fluidos de perfuração bem como óleo e éster na base *Espacenet*. É possível perceber que a China (CN) apresenta o maior percentual, sendo que dos cento e quarenta e um (141) depósitos neste banco de dados, o país apresentou um percentual de 51,9% de tecnologias relacionadas a este tema, em seguida os Estados Unidos (US) abrange 19,0%. No entanto os demais países apresentam um quantitativo pequeno, sendo menos de 10%, países como República da Coreia (KR), Malásia (MY), Nova Zelândia (NZ) e Irlanda (IE), possuem um percentual de apenas 0,5%.

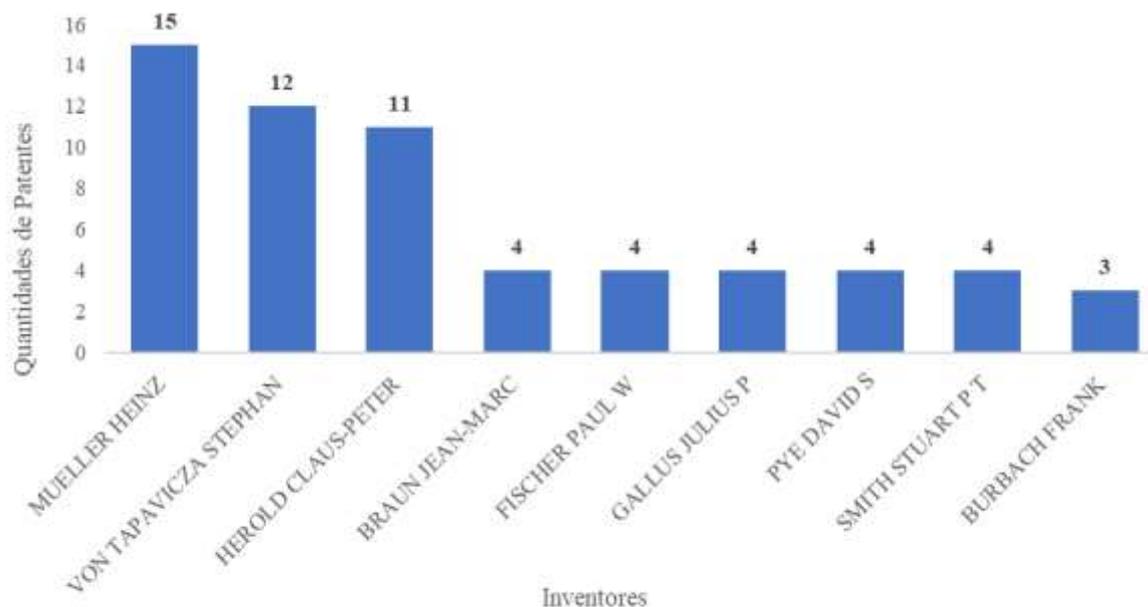
Figura 4 – Número de depósitos de patentes por Classificação Internacional



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 4 mostra o número de depósitos de patentes por Classificação Internacional de Patentes, destacando as dez (10) classificações que aparecem mais vezes na pesquisa, sendo que a classificação C09K8/035 abrange o maior quantitativo nesta pesquisa sendo quarenta e sete (47), esta classificação trata dos aditivos orgânicos, em seguida a classificação C09K8/32 que diz respeito as composições não aquosas de perfuração de poços, por exemplo, á base de óleo. No entanto a classificação C09K8/34, que trata dos líquidos orgânicos, apresenta seis depósitos (06), seguida da C09K8/36 que significa emulsões de água em óleo, com (06) depósitos. Esta classificação serve para classificar o conteúdo técnico de documentos de patentes.

Figura 5 – Principais Inventores



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 5 destaca os dez (10) principais inventores que depositaram suas tecnologias no *Espacenet*, relacionadas a fluido de perfuração, óleo e éster, sendo que o autor que apresentou o maior quantitativo de depósitos de patentes foi Mueller Heinz, apresentou um quantitativo de quinze (15), seguido de Von Tapavicza Stephan que apresentou doze (12) depósitos e Herold Claus-Peter com onze (11), á Burbach Frank e Grimes Douglas J. apresentaram o menor quantitativo apenas três (03) depósitos respectivamente.

5. Conclusão

Este estudo mostra que a utilização de fluidos de perfuração tem o objetivo de manter a segurança durante a perfuração dos poços, evitando explosões e derramamentos, além de favorecer a estabilidade das formações rochosas que estão sendo escavadas. No entanto, o uso de óleos na formulação destes fluidos de perfuração compromete a segurança ambiental, podendo causar desastres ambientais na flora e a fauna local. Em virtude disso, as novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para a produção de compostos a base de ésteres, já que esta mostra-se uma alternativa tecnicamente eficaz, financeiramente viável e ecologicamente segura.

Com relação a análise dos depósitos de patentes sobre os fluidos de perfuração bem como óleo e éster, a evolução anual destaca que o primeiro depósito de patente registrado no *Espacenet* foi em 1970 e os anos que ocorreram mais depósitos foram de 2012 á 2014, no entanto nos anos seguintes esse quantitativo foi reduzido. Em virtude dos benefícios que essas tecnologias podem

trazer para a sociedade e meio ambiente o quantitativo dessas tecnologias é ainda pequeno, por se tratar de uma base de dados internacional. Com relação aos países que mais depositaram nesta base destaca-se a China (CN) com um percentual de 51,9% da pesquisa, seguido dos Estados Unidos (US) com 19,0%.

Sobre a Classificação Internacional de Patentes, a classificação C09K8/035 abrange o maior quantitativo nesta pesquisa sendo quarenta e sete (47), já os inventores que mais se destacam Mueller Heinz apresentaram o maior quantitativo, sendo quinze (15) depósitos de patentes.

Para os atores envolvidos sugere-se que as empresas, governo, universidades e/ou instituições de ensino e inventores independentes cooperem entre si. Para as empresas, estas devem contribuir dando suporte para os inventores independentes para comercializarem suas tecnologias. Para o governo, que este invista financeiramente nas pesquisas voltadas aos fluidos de perfuração, óleo e éster, para que seja os estudantes desenvolvam e protejam estas tecnologias.

Para pesquisas futuras sugere-se que seja feito um mapeamento da produção tecnológica em outras bases de dados, bem como mapear a produção científica para verificar como esta a produção científica e tecnológica sobre fluidos de perfuração, óleo e éster no mundo, pois estes têm grande quantidade de produções científicas que estão sendo desenvolvidas ao longo dos últimos anos em virtude da grande relevância que o tema apresenta.

Referências

- ALBINARTE, S. R., Aditivos inibidores de cristalização para fluidos de perfuração de base orgânica orgânica sintética para poços em águas ultraprofundas, **Dissertação** (Mestrado), UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.
- ALMEIDA, R. D. F., SILVA, W. G. A. L., Avaliação de fluidos de perfuração de base aquosa contendo poliglicóis modificados, Trabalho de conclusão de Curso, UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- BARBOSA, M. I. R., Bentonitas aditivadas com polímeros para aplicação em fluidos de perfuração, **Dissertação** de (Mestrado), UFCG, Campina Grande, 2006.
- CASTRO, B. C. S., Otimização das condições de transesterificação e caracterização dos rejeitos de óleo de fritura e de peixe para obtenção do biodiesel, **Dissertação** (Mestrado), UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.
- COSTA, L. C., Comportamento reológico de fluidos de perfuração a base de n-parafina (emulsão inversa) para exploração de poços de petróleo, Trabalho de conclusão de curso, UFS, São Cristovão, 2010.
- CORRÊA, C. C.; CRUZ, G. F.; JÚNIOR VAZ, A. S. L.; ARAÚJO, B. S. A.; SILVA, A. A.; RODRIGUES, R. A.; LOMBA, R. F. T.; WALDMAN, A. T. A. Avaliação do potencial uso de bioglicerina como base para formulação de fluidos de perfuração aquosos para poços de petróleo e gás. **Química Nova**, v. 40, n. 4, 378-387, 2017.
- FERREIRA, H. S., Otimização do processo de organofilização de bentonitas visando seu uso em fluidos de perfuração não aquosos, **Tese** de (Doutorado), Campina grande, 2009.

GUIMARAES, I. B., ROSSI, L. F. S., Estudo dos constituintes do fluido de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta, PDPETRO, Campinas, 2007.

OLIVEIRA, M. A. M. Estudo do monitoramento tecnológico de patentes em fluidos de perfuração de poços de petróleo no Brasil e no mundo, **Tese** de (Doutorado), submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

SERRA, A. C. S., A influência de aditivos de lama de perfuração sobre as propriedades geoquímicas de óleos, **Dissertação** de (Mestrado), COPPE/UFRJ/CENPES, Rio de Janeiro, 2003.

SILVA NETO, M. A., Contribuição técnica de um sistema de emulsão inversa a base de óleos vegetais para fluidos de perfuração. **Dissertação** (Mestrado), Natal, 2002.