

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO DE PATENTES NA ÁREA DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE DE MICROEMULSÃO

Roxana Pereira Fernandes de Sousa<sup>\*1</sup>, Italo Xavier Queiroz<sup>2</sup>, Alfredo Ismael Curbelo Garnica<sup>3</sup>, Fabíola Dias da Silva Curbelo<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Universidade Federal da Paraíba – Instituto de Engenharia Química – Paraíba – Brasil.

Rec.: 13/01/2017 Ac.: 30/03/2017

### RESUMO

Na perfuração rotativa, os pedaços rochosos são removidos através do fluido de perfuração, considerado pelo American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo – API) como qualquer fluido circulante capaz de tornar viável a operação de perfuração. Este trabalho teve por objetivo a realização de uma prospecção tecnológica de fluidos de perfuração microemulsionados, analisando a participação dos países e empresas nos pedidos de patente em bases nacionais e internacionais ao longo dos anos. Para isto, a prospecção foi realizada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil, no Banco Latino Americano e Espanhol, no Banco Europeu de Patentes, no Banco da Organização Mundial de Propriedade Intelectual e no Banco Americano de Marcas e Patentes. Nos últimos 10 anos houve um aumento mundial nos depósitos de patente sobre fluido de perfuração microemulsionado. O país com mais depósitos relacionado a esta tecnologia foi os Estados Unidos e a empresa foi a Baker Hughes.

Palavras-chave: Fluido de perfuração. Microemulsão. Patente.

### TECHNOLOGICAL FORECASTING OF PATENT PRODUCTION IN THE AREA OF MICROEMULSION BASED DRILLING FLUIDS

### ABSTRACT

In the rotary drilling, the rocky pieces are removed through the drilling fluid, considered by the American Petroleum Institute (API) any circulating fluid capable of rendering a drilling operation feasible. This work aimed to carry out a technological forecasting of microemulsion based drilling fluids, analyzing the participation of countries and companies in the patent application on national and international databases over the years. For this, a technological forecasting was conducted at the National Institute of Industrial Property of Brazil, in the Bank of Latin American and Spanish, in the European Patent Office, in the Bank of World Intellectual Property Organization and in the Bank of America Patent and Trademark Office Database. In the last 10 years, there has been an worldwide increase in patent filings. The country with more deposits related with this technologic was the United States and the company was the Baker Hughes.

Keywords: Drilling fluid. Microemulsion. Patent.

Área tecnológica: Química. Petróleo. Perfuração de poços.

## INTRODUÇÃO

Novos reservatórios de petróleo são descobertos continuamente e assim, se torna imprescindível o aprimoramento das técnicas de exploração, seja pelas novas dificuldades que surgem ou para extinguir os erros cometidos em explorações anteriores, fazendo com que o óleo e/ou gás possa ser retirado de maneira eficaz (SOUSA, 2016).

Atualmente, a perfuração de poços é capaz de atingir regiões de grande complexidade. Essa ação só pode ser realizada através da ação dos fluidos de perfuração, que são definidos pelo American Petroleum Institute, como um fluido circulante capaz de tornar viável a atividade de perfuração (SOUSA, 2016).

Na perfuração rotativa, as rochas são perfuradas pela ação da rotação e peso aplicadas à broca. Os pedaços de rocha são removidos através da ação contínua de um fluido de perfuração. O fluido é injetado por bombas para o interior da coluna de perfuração e retorna à superfície através do espaço anular formado pelas paredes do poço e a coluna (THOMAS, 2004).

Para determinar a eficácia de um fluido é necessário a avaliação de todos os parâmetros-chaves da perfuração e seus custos associados, bem como o impacto ambiental causado. A minimização dos efeitos ambientais da perfuração afeta diretamente a escolha dos componentes.

Os fluidos são classificados de acordo com sua base em fluidos base água, fluidos base óleo e fluidos base gás. No entanto, novos fluidos de perfuração cujas bases são líquidos sintéticos, vêm sendo desenvolvidos e vêm ganhando espaço no mercado, são os chamados fluidos sintéticos (SEIXAS, 2010). Segundo Burke e Veil (1995), os fluidos sintéticos são aplicáveis para as mesmas funções dos fluidos base óleo, como também para situações em que os fluidos base água não se aplicam. Tais fluidos apresentam um custo mais elevado, porém são menos tóxicos que os fluidos base óleo e possibilitam uma perfuração mais rápida, quando comparados com os fluidos base água (AMORIM, 2003).

Os sistemas microemulsionados apresentam diversas aplicações na indústria do petróleo, dentre elas lamas de base óleo (OBM) removedoras de filtração, limpeza do poço e para remoção geral de danos à formação em poços abertos e poços revestidos (QUINTERO et al. 2011). As principais características desses sistemas que proporcionam esse grande campo de aplicação são o fácil preparo, serem estáveis termodinamicamente, espontâneos, transparentes, de baixa viscosidade e por facilitarem a solubilização de diversos compostos (SILVA, 2011).

As microemulsões podem ser definidas como sistemas de alta agregação em que água e óleo são misturados homogeneamente devido aos tensoativos (MITTAL, 1979). A formação da microemulsão envolve, normalmente, a combinação de três a quatro componentes, tais como tensoativo, fase aquosa, fase oleosa e, quando necessário, o cotensoativo. O tipo de sistema formado é dependente das propriedades físico-químicas do tensoativo, principalmente do seu balanço hidrofílico-lipofílico (BHL) (DALTIM, 2011).

Além disso, o uso desses sistemas em fluidos de perfuração tem sido estudado por alguns pesquisadores, como Hayes et al. (1977), Davies et al. (1997) e Quintero et al. (2009), em que estes sistemas apresentam vantagens como: serem estáveis em uma ampla faixa de condições salinas, serem resistentes à corrosão, terem características de lubrificidade desejáveis, força gel, formação de um reboco menos permeável e fino, possuírem tensão interfacial super baixa e altíssima detergência, propriedades importantes para facilitar a limpeza do poço.

Assim, o objetivo principal desse trabalho foi realizar uma prospecção tecnológica de fluidos de perfuração à base de microemulsão, analisando a participação dos países e das companhias do setor

petrolífero nos depósitos de patente em bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais ao longo dos anos.

## METODOLOGIA

A prospecção foi realizada com base nos pedidos de patente depositados no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI), Espacenet – Patentes da América Latina e Espanha (LATIPAT), no European Patent Office (EPO), na World Intellectual Property Organization (WIPO) e no United States Patent and Trademark Office (USPTO).

A pesquisa foi desenvolvida em janeiro de 2017 e foram utilizadas como palavras-chave os termos “fluido de perfuração”, “microemulsão”, “microemulsionado”, “fluido perforación”, “microemulsión”, “drilling fluid” e “microemulsion”, através da pesquisa de cada termo individualmente e das seguintes formas combinadas: “fluido de perfuração microemulsão”, “fluido de perfuração microemulsionado”, “fluido perforación microemulsión” e “drilling fluid microemulsion”; sendo os termos em português para pesquisa no INPI, os termos em espanhol para pesquisa no LATIPAT e os termos em inglês para pesquisa no EPO, WIPO e USPTO. A pesquisa foi considerada válida para patentes que apresentassem estes termos no título ou no resumo e foi conduzida de forma a abranger todas as patentes publicadas disponíveis até o ano de 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da coleta e análise de dados sobre informações de desenvolvimento tecnológico, é possível identificar as tecnologias emergentes e as atividades de P&D em determinados campos tecnológicos, mostrando as futuras tecnologias relevantes e os parceiros que financiam tais inovações.

Inicialmente, foram avaliados os números de pedido de patentes depositados por base de dados de acordo com os termos utilizados (Tabela 1). Foram encontrados muitos documentos para os termos mais abrangentes, “fluido de perfuração” ou “fluido de perforación” ou “drilling fluid” e “microemulsão” ou “microemulsión” ou “microemulsion”, sendo o EPO e o WIPO os que apresentaram mais resultados. No entanto, a partir da combinação dos termos, “fluido de perfuração microemulsão” ou “fluido de perfuração microemulsionado” ou “fluido de perforación microemulsión” ou “drilling fluid microemulsion”, foi observado um número bastante reduzido de depósitos, em que o INPI e o USPTO apresentaram apenas 1 pedido, o LATIPAT apresentou 6, o EPO, 27 e o WIPO, com o maior número de pedidos, apresentou 41 documentos.

**Tabela 1** – Número de patentes depositadas por base de dados envolvendo os diferentes termos utilizados.

<i>Termo</i>	<i>INPI</i>	<i>LATIPAT</i>	<i>EPO</i>	<i>WIPO</i>	<i>USPTO</i>
“fluido de perfuração” ou “fluido de perforación” ou “drilling fluid”	274	2407	10000	20538	2357
“microemulsão” ou “microemulsión” ou “microemulsion”	124	708	6790	6017	848
“fluido de perfuração microemulsão” ou “fluido de perfuração microemulsionado” ou “fluido de perforación microemulsión” ou “drilling fluid microemulsion”	1	6	27	41	1

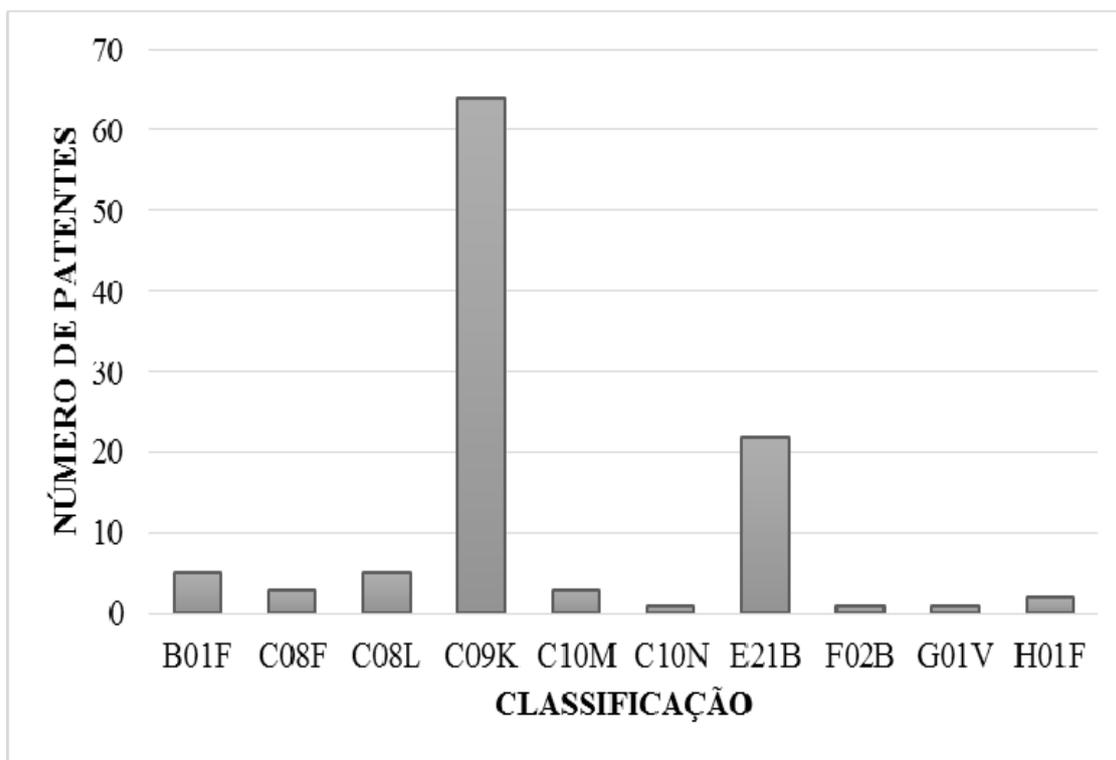
Fonte: Autoria Própria (2017).

SOUZA, R. P. F. de; QUEIROZ, I.X.; GARNICA, A. I. C.; CURBELO, F.D.da S.. Prospecção tecnológica da produção de patentes na área de fluidos de perfuração à base de microemulsão.

As patentes podem ser classificadas de acordo com a área tecnológica a que pertencem. A Classificação Internacional de Patentes (CIP ou IPC, na sigla em inglês) é o sistema de classificação internacional, criada em 1971, a partir do Acordo de Estrasburgo, cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes A a H e, dentro de cada classe, existem subclasses, grupos principais e grupos, através de um sistema hierárquico (INPI, 2017).

Assim, os depósitos obtidos a partir da busca combinada dos termos, foram analisados conforme a CIP (Figura 1). Alguns documentos apresentaram mais de uma CIP. Então, a partir da análise das categorias, foi possível observar que, dos 76 depósitos, 64 pertencem à categoria C09K, que representa a seção de “Química, Metalurgia”, subseção de “Corantes; Tintas; Polidores; Resinas Naturais; Adesivos; Composições não abrangidos em outros locais; Aplicações de Materiais não abrangidos em outros locais”, na classe de “Materiais para Aplicações Diversas, não incluídas em outro local; Aplicações de Materiais não incluídos em outro local” e 22 depósitos pertencem à categoria E21B que representa a seção de “Construções Fixas”, subseção de “Perfuração do Solo, Mineração”, na classe de “Perfuração do solo ou rocha; Obtenção de óleo, gás, água, materiais solúveis ou fundíveis ou uma lama de minerais de poços”. Outros documentos também foram classificados nas seções B (Operações de Processamento; Transporte), F (Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão), G (Física) e H (Eletricidade).

**Figura 1** – Distribuição por CIP dos depósitos encontrados a partir da combinação de termos.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Considerando os documentos obtidos a partir da pesquisa combinada dos termos, pode-se ainda analisar a evolução do interesse na nova tecnologia, os principais parceiros investidores e apoiadores da inovação e, ainda, é possível construir um mapeamento da evolução dessa tecnologia, apresentando os principais nichos de mercado de atuação.

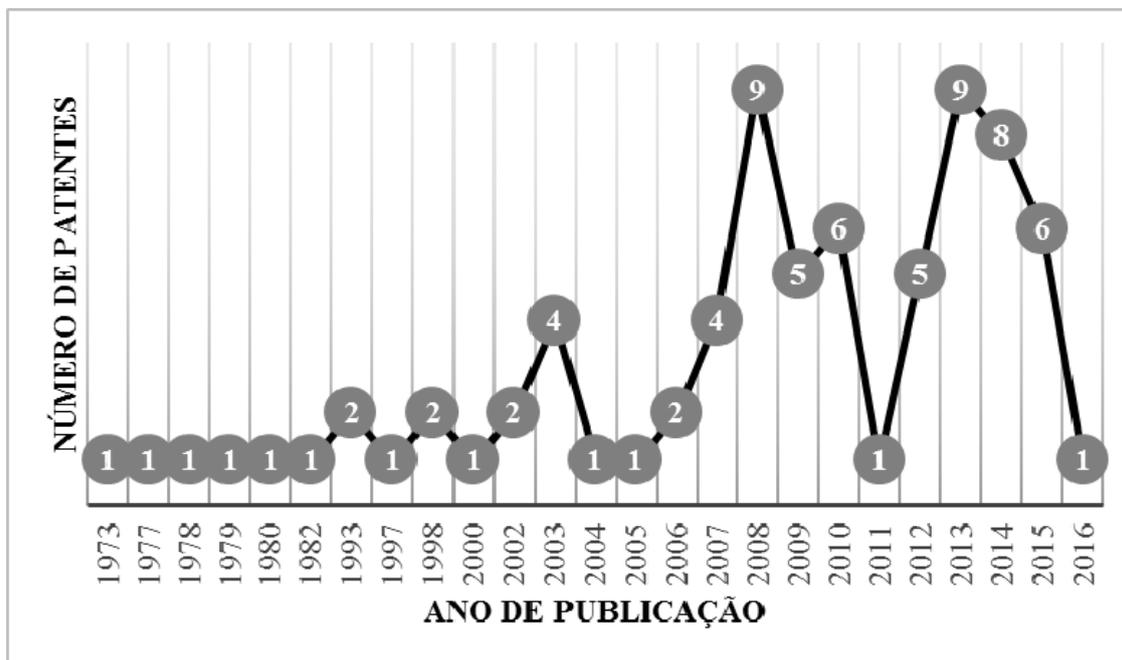
### Evolução anual do interesse na nova tecnologia

A partir dos 76 depósitos de pedidos de patente encontrados ao combinar os termos “fluido de perfuração” e “microemulsão ou microemulsionado” ou “fluido de perforación” e “microemulsión” ou “drilling fluid” e “microemulsion”, nas diversas bases de dados nacionais e internacionais (Figura 2), verificou-se que a primeira patente foi depositada em 1973 e o maior número de publicações se deu nos anos de 2008 e 2013, ambos com 9 depósitos. Ainda de acordo com a Figura 2, é possível observar que de 1973 a 2005, o depósito de patentes manteve-se bastante baixo, com publicação média de 1 documento por ano, com destaque para os anos de 1993, 1998 e 2002, que houveram 2 depósitos e do auge, em 2003, com 4 depósitos. Além disso, percebeu-se um aumento no número de depósitos nos últimos 10 anos, com 56 depósitos, correspondendo a 73,68% do número total de depósitos; e uma queda nas publicações a partir de 2013, que pode ser atribuída a crise mundial no setor petrolífero, diminuindo o fomento à P&D.

A aplicação de microemulsões no setor petrolífero vem crescendo bastante e, de acordo com a Figura 2, observa-se que sua aplicação, seja como base ou como aditivo, em fluidos de perfuração é nova, com maiores pesquisas a partir do ano de 2007.

Este último resultado mostra que o interesse mundial em fluidos de perfuração à base de microemulsão vem crescendo, confirmando a grande aplicabilidade e eficácia de tais sistemas e sua afirmação como novo recurso neste campo tecnológico.

**Figura 2** – Evolução anual do depósito de patentes nas bases de dados.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Entre as patentes encontradas, a patente americana de número US Pat. 4012329, depositada por Hayes et al. (1977) merece destaque. Os requerentes inventaram um fluido de perfuração composto por uma microemulsão de água em óleo que conduz corrente elétrica, tem adequada viscosidade, força gel e baixa perda de filtrado característica. Além disso, possui menor custo que os fluidos convencionais de emulsão água em óleo, é estável em uma longa faixa de condições salinas, é resistente à corrosão, tem características de lubrificidade desejáveis, uma concentração relativamente

SOUZA, R. P. F. de; QUEIROZ, I.X.; GARNICA, A. I. C.; CURBELO, F.D.da S.. Prospecção tecnológica da produção de patentes na área de fluidos de perfuração à base de microemulsão.

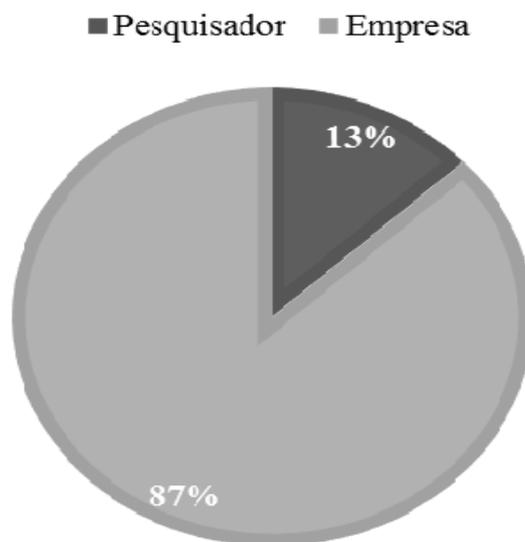
alta de água, que permite fluidos mais econômicos, e que exibe características incomuns de ter propriedades reológicas mais favoráveis com o aumento da temperatura da microemulsão.

#### Parceiros apoiadores

Ainda com base nos 76 depósitos encontrados a partir da combinação de termos, pode-se analisar os dados com base no depositante (Figura 3). Algumas empresas investem no desenvolvimento de novos produtos e investem na proteção da propriedade intelectual desenvolvida. Como também, alguns pesquisadores, aliados à Universidades e Centros de Pesquisas, desenvolvem novas tecnologias e a protegem. Assim, analisando a Figura 3, observa-se que o interesse de empresas em P&D é bastante elevado, representando 87% do total de depositantes, que corresponde a 66 documentos.

**Figura 3** – Distribuição por depositantes dos depósitos encontrados a partir da combinação de termos.

### NÚMERO DE PATENTES



Fonte: Autoria Própria (2017).

Entre as empresas depositantes, cinco se destacaram por, juntas, representarem um percentual de 64,06% do total de depósitos de patente cujos depositantes são empresas (Figura 4). A empresa com maior número de depósitos é a Baker Hughes, empresa de serviços petrolíferos que oferece ajuda aos operadores de petróleo e gás para que estes aproveitem ao máximo seus reservatórios e que atua em mais de 80 países; com 21 depósitos, seguida da Halliburton Energy Services, fornecedora de produtos e serviços para a indústria energética que opera em, aproximadamente, 70 países e atende ao setor de petróleo na indústria de óleo e gás upstream até o ciclo do reservatório, da localização dos hidrocarbonetos e gerenciamento de dados geológicos até a avaliação da perfuração e formação, construção de poços, completação e otimização da produção; com 8 depósitos.

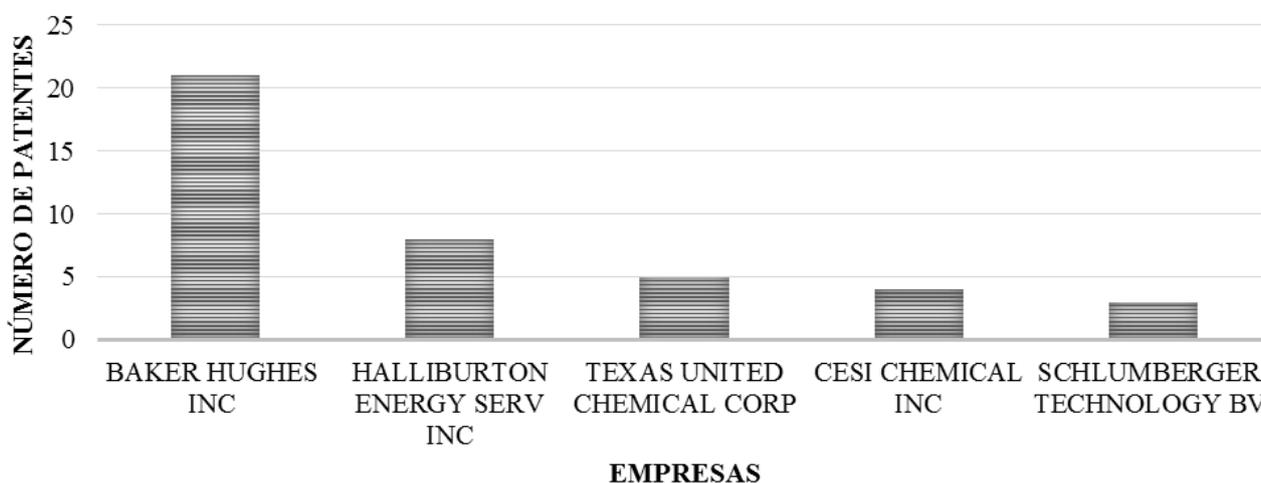
A Texas United Corporation, com sede em Houston, Texas, fabrica produtos químicos inorgânicos industriais e produtos afins e foi a requerente de 5 depósitos de patente sobre fluidos de perfuração com uso de microemulsão.

A empresa CESI Chemical, com sede em Marlow, Oklahoma, é uma subsidiária da Flotek Industries e desenvolve, fabrica e comercializa especialidades químicas usadas na cimentação, estimulação, perfuração e produção de poços de petróleo e gás e, ela é responsável pelo depósito de 4 patentes na área tecnológica em discussão.

A quinta empresa com maior número de patentes é a Schlumberger Technology, fornecedora mundial de tecnologia para a caracterização de reservatórios, perfuração, produção e processamento para a indústria de petróleo e gás, atuante em mais de 85 países e fornecedora de produtos e serviços da indústria, desde a exploração até a produção e soluções integradas de poro para coluna de perfuração, recuperação de hidrocarbonetos com otimização do desempenho do reservatório; com depósito de 3 patentes.

Foram registradas mais 15 outras empresas, responsáveis pelo depósito de 1 ou 2 pedidos de patentes, dentre elas empresas Chinesas, Russas e Americanas.

**Figura 4** – Principais empresas depositantes a partir dos depósitos encontrados por combinação dos termos.



Fonte: Autoria Própria (2017).

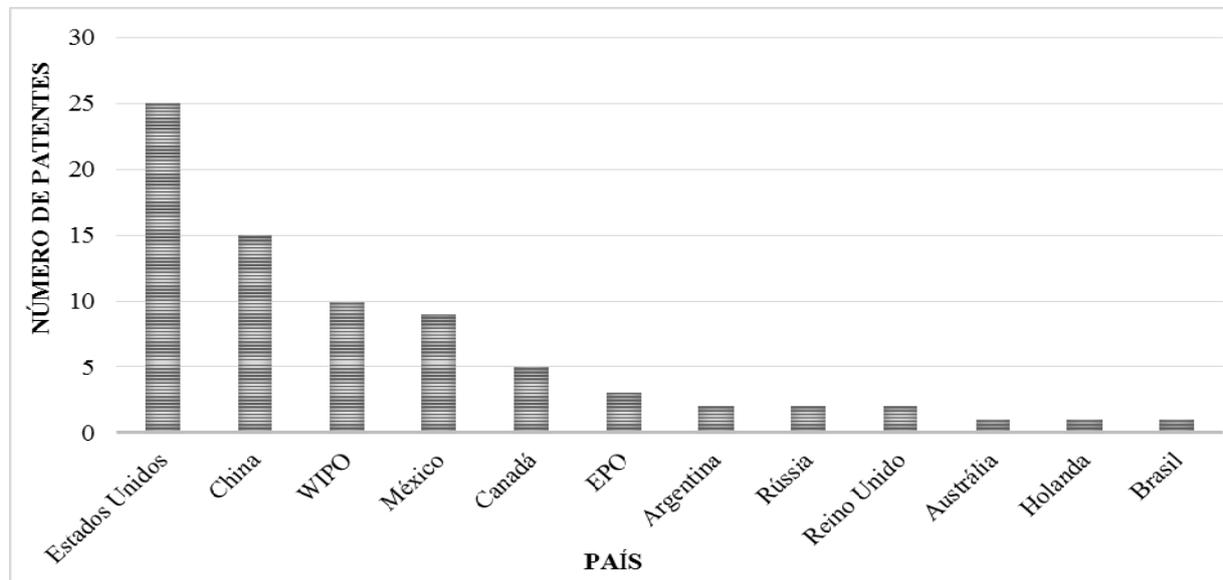
#### Mapeamento da evolução de tecnologias

Pode-se, também, agrupar os documentos obtidos por país de depósito. Assim, dos 76 documentos obtidos a partir da pesquisa combinada de termos (Figura 5), observa-se que os Estados Unidos lideram o desenvolvimento de fluidos de perfuração à base de microemulsão, com o depósito de 25 documentos, seguido da China, com 15 depósitos. Estes dois países não são os maiores produtores de petróleo do mundo, no entanto, estão firmados como grandes potências mundiais que buscam possuir o maior desenvolvimento tecnológico. Observa-se também que o World Intellectual Property Organization (WIPO) e o European Patent Office (EPO) também receberam depósitos, com 10 e 3 documentos, respectivamente.

No Brasil existe apenas um pedido de patente, depositada pela Universidade Federal da Paraíba, mostrando que esta tecnologia ainda está emergindo e indicando a falta de investimento em inovação das empresas privadas neste país, enquanto que o líder no interesse por esta nova tecnologia, os Estados Unidos, apresenta 7 depósitos cujos depositantes são pesquisadores e 18 depósitos em parcerias com empresas privadas.

Dentre as 5 principais empresas privadas depositantes de patentes, 3 atuam no Brasil, a Baker Hughes, a Halliburton Energy Services e a Schlumberger Technology.

**Figura 5** – Distribuição de patentes depositadas nas bases de dados pesquisadas.



Fonte: Autoria Própria (2017).

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi avaliado a prospecção tecnologia de fluidos de perfuração à base de microemulsão, em que, é possível concluir que ocorreu um aumento no interesse por esta nova tecnologia nos últimos 10 anos, apresentando um crescimento de 73,68% do total de patentes encontradas. Em que, a maioria foi depositada por empresas que atuam no ramo de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás Natural, como a empresa privada, Baker Hughes, com um total de 21 depósitos.

A partir das bases de dados consultadas, INPI, LATIPAT, EPO, WIPO e USPTO, foram encontrados, através da pesquisa combinada de termos, um total de 76 documentos, classificados, principalmente, na categoria C09K. A base WIPO foi a que apresentou maior número de depósitos, mostrando um total de 41 documentos.

Os países que mais mostraram interesse nesta tecnologia, foram as duas potências mundiais, os Estados Unidos, com um total de 25 depósitos; e a China, com um total de 15 pedidos de depósitos de patente.

No Brasil, existe apenas um pedido de patente, sem financiamento por empresas privadas. Isto mostra a necessidade de um maior investimento nesta linha de pesquisa no país, uma vez que o Brasil apresenta muitos recursos naturais, podendo ser matéria-prima de muitas pesquisas científicas, gerando maiores conquistas e recursos financeiros neste setor que se mostra bastante promissor.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, L. V. **Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para Uso na Perfuração de Poços de Petróleo.** Tese de Doutorado. UFCG. Campina Grande, PB, 2003. 290 f.

BURKE, C. J.; VEIL, J. A. **Synthetic-Based Drilling Fluids Have Many Environmental Pluses.** Oil & Gas Journal, v. 27, p. 59-64, 1995.

DALTIN, D. **Tensoativos: Química, propriedades e aplicações.** 1 ed. Blucher, 2011.

DAVIES, S. N.; MEETEN, G. H.; WAY, P. W. **Water based drilling fluid additive and methods of using fluids containing additives.** 5652200. 29 de Julho de 1997. UNITED STATES PATENT.

HAYES, J. B.; HAWS, G. W.; GOGARTY, W. B. **Water-in-oil microemulsion drilling fluids.** 4,012,329. 14 de Março de 1977. UNITED STATES PATENT.

INPI. Classificação de patentes. 2017. Disponível em: < <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/classificacao-de-patentes>> . Acesso em: 09 jan. 2017.

MITTAL, K. L. **Solution Chemistry of Surfactants.** v. 1, 1 ed. New York, Plenum Press, 1979.

QUINTERO, L. et al. **Cases History Studies of Production Enhancement in Cased Hole Wells Using Microemulsion Fluids.** Society of Petroleum Engineers. SPE 121926. 2009.

QUINTERO, L.; JONES, T. A.; PIETRANGELI, G. **Phase Boundaries of Microemulsion Systems Help to Increase Productivity.** Society of Petroleum Engineers. SPE 144209. 2011.

SEIXAS, J. E. de. **Aditivção de Fluidos de Perfuração.** Monografia de graduação em Engenharia de Petróleo. Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, 2010. 83 f.

SILVA, G. C. da. **Sistema microemulsionado: caracterização e aplicação na indústria de petróleo.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2011. 155 f.

SOUSA, R. P. F. de. **Obtenção e estudo de um fluido de perfuração.** Monografia de graduação em Engenharia Química. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB. 2016. 63f.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência. Petrobras, 2004.