

**EQUIPAMENTOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA NA
INDÚSTRIA DE PETRÓLEO: ASPECTO TEMPORAL**

***EQUIPMENTS USED FOR TREATMENT OF PRODUCED WATER IN THE OIL
INDUSTRY: TEMPORAL ASPECT***

Andréa Gonçalves Bueno de Freitas¹; Paloma Santos²; Felipe Martins Oliveira³;
Carlos Antonio Cabral Santos⁴; Ana Eleonora Almeida Paixão⁵;
Ricardo Andrade Medronho¹; Gabriel Francisco da Silva².

¹Escola de Química – EQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro –
UFRJ – Rio de Janeiro/RJ – Brasil

andreafreitas@eq.ufrj.br; medronho@eq.ufrj.br

²Núcleo de Engenharia de Petróleo – NUPETRO.

Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
palloma_se@hotmail.com; gabriel@ufs.br

³Departamento de Engenharia Química – DEQ.

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

⁴Departamento de Engenharia Mecânica – DEME.

Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa/PB – Brasil
carloscabral Santos@yahoo.com.br

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
aepaixao@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente trabalho é analisar os equipamentos para tratamento de água produzida na indústria de petróleo, tendo como base a busca de patentes e publicações científicas. O número de patentes concedidas observadas, nesta etapa, foi de 110 patentes. Foram observados os 6 últimos anos da década de 70 até o ano de 2014, somando 39 anos. A prospecção em documentos de patentes foi realizada no banco de patentes Derwent Innovations Index (v.5.16.1), com os dados, Nome do depositante, País de origem, CIP e Ano de depósito. Optou-se pela Classificação Internacional de Patentes (CIP ou IPC), que tem a função de classificar e auxiliar a elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, permitindo uma avaliação do desenvolvimento tecnológico nas mais diversas áreas. Os CIPs utilizados na pesquisa foram B01D-017/02; B09B-003/00; C02F-001/40; C02F-001/52; C10G-001/00. O total de patentes concedidas pesquisadas foi de 377. Para a busca de artigos científicos utilizou-se as fontes de pesquisa: WEB OF SCIENCE®, SCIENCE DIRECT® e SCOPUS®. Com as palavras-chaves separation and oil and water,

separation and oil, separation and water, separation and mechanical process, separation and water and oil and mechanical process; num total de 1.853.949 artigos científicos publicados. Foram analisados os 4 últimos anos da década de 80 até este ano, num total de 29 anos. Desta forma, ficam caracterizados com relação ao aspecto temporal o depósito de patentes e a publicação de artigos científicos com foco nos equipamentos para tratamento de água produzida na indústria de petróleo.

Palavras-chave: *separação, processo mecânico, água, óleo.*

Abstract

The objective of this study is to analyze equipments used for treatment of produced water in the oil industry based on patents and scientific publications search. One hundred and ten patents were granted from 1975 to 2014. The prospection of patents documents were done in the Derwent Innovations Index (v.5.16.1) patents database. Informations used for the search were: depositor's name, country where the patent was deposited, IPC (Internet Patent Classification) and deposite year. The IPC classifies and helps to elaborate industrial properties statics, allowing an evaluation of technological development in several areas. B01D-017/02; B09B-003/00; C02F-001/40; C02F-001/52; C10G-001/00 were employed IPCs. Three hundred seventy seven patents were found with the aforementioned IPCs. For the scientific publications search, the following sites were used: WEB OF SCIENCE®, SCIENCE DIRECT® e SCOPUS®. The keywords employed were separation and oil and water, separation and oil, separation and water, separation and mechanical process, separation and water and oil and mechanical process. It provided 1.853.949 scientific publications from 1986 to 2015. Therefore, scientific articles published and patents deposited related to equipments used for treatment of produced water in the oil industry were characterized regarding the temporal aspect.

Key-words: *separation, mechanical process, oil, water.*

1. Introdução

A água produzida (AP) na indústria de petróleo é gerada como subproduto da produção tanto do petróleo quanto do gás, sendo obtida no processamento primário do petróleo. As medidas adotadas para o seu destino são o descarte, a injeção e o reuso, mas em todos os casos há necessidade de tratamento específico a fim de atender as demandas ambientais, operacionais ou da atividade produtiva que a utilizará como insumos.

Para a aplicação da AP com reciclo num processo é necessário um tratamento de alto custo devido à salinidade presente na mesma. Em alguns casos, ela pode passar por um tratamento mais simples e ser usada nas necessidades de água nos locais de produção, já que durante a exploração de petróleo um grande volume de água é consumida e produzida. A busca por novos processos de tratamento de AP é particularmente importante quando se verifica que a produção desta tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos. Segundo Williams e Simmons (2013), num campo de petróleo maduro a razão de água e óleo produzidos pode chegar a 11:1. Estima-se que em 2011 o volume de água produzida no mundo, foi de aproximadamente 260 milhões de barris por

dia, considerando-se a produção mundial de petróleo de 2011 iguais a 83,58 milhões de barris por dia. Nota-se que há uma relação entre os volumes desses efluentes; para cada 1 milhão de barril de petróleo, são produzidos 3,11 milhões de barris de AP. No mês de abril de 2015, a produção de petróleo total no Brasil foi de 2,346 milhões de barris por dia (PETROBRAS, 2015).

É necessário um tratamento desta água, visto que a mesma contém hidrocarbonetos em quantidades inaceitáveis pelos órgãos controladores, no caso do Brasil, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Entre os reusos, a resolução prevê que esta água pode ser reinjetada no poço, para aumentar a produção do mesmo, descartada num aquífero, aplicada na agricultura, em usos gerais, tais como limpeza de áreas comuns, entre outros. Entretanto, para cada caso, a AP deve ser tratada, para ajustar-se ao exigido pela lei.

A Resolução do CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementam e alteram a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, apresenta no Capítulo II das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Seção II que trata das condições e padrões de lançamento de efluentes, Artigo 16, inciso I, item e, subitem 1, afirma que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis: I - condições de lançamento de efluentes: e) óleos e graxas: 1. óleos minerais: até 20 mg/L (CONAMA 430, 2011).

No Artigo 20, da Resolução citada anteriormente, consta que o lançamento de efluentes efetuado por meio de emissários submarinos deve atender, após tratamento, aos padrões e condições de lançamento previstas nesta Resolução, aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura, e ao padrão de balneabilidade, de acordo com normas e legislação vigentes. Com Parágrafo único apresentando que a disposição de efluentes por emissário submarino em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos nesta Resolução poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, conforme previsto nos incisos III e IV do art. 6º, sendo que o estudo ambiental definido no inciso III deverá conter no mínimo:

- I - As condições e padrões específicos na entrada do emissário;
- II - O estudo de dispersão na zona de mistura, com dois cenários:
 - a) primeiro cenário: atendimento aos valores preconizados na Tabela I desta Resolução;
 - b) segundo cenário: condições e padrões propostos pelo empreendedor; e
- III - Programa de monitoramento ambiental L (CONAMA 430, 2011).

Com a vigilância dos órgãos reguladores, as empresas da indústria de petróleo estão agindo de acordo com a legislação ambiental e, observando a necessidade constante de preservação do

meio ambiente, devido à escassez dos recursos hídricos. Este trabalho aplica como ferramenta o estudo de prospecção, com o objetivo de observar o que tem sido feito para reduzir impacto do lançamento de efluentes na indústria de petróleo.

De acordo com Serafini *et al* (2011) de maneira global, incluindo os países desenvolvidos, é uma prática pouco comum o uso de bases patentárias nos estudos preliminares de projetos de pesquisa. No campo industrial ou tecnológico, cerca de 70% das informações estão descritas em bases patentárias e o restante, 30%, encontra-se em publicações científicas ou em outras modalidades de divulgação.

O objetivo do presente trabalho é analisar, tendo como base a busca de patentes e publicações científicas que apresentem relação como proposta de estudo: equipamentos para o tratamento de água produzida na indústria de petróleo. Como também a discussão temporal comparativa, entre o passado, o presente e a previsão de futuro deste tema.

2. Metodologia

O estudo foi realizado no período de tempo entre dezembro de 2014 e março de 2015, mas para exportação dos dados a seleção foi realizada com corte temporal de 1974 a 2014 para as patentes. A prospecção em documentos de patentes foi realizada no banco de patentes *Derwent Innovations Index* (v.5.16.1), Nome do depositante, País de origem, IPC, Código de classe, Ano de depósito.

Para classificar a distribuição de patentes por tipo de instituição e por país de origem, utilizou-se a opção refinar pela Classificação Internacional de Patentes (CIP ou IPC), que é um sistema de classificação reconhecido internacionalmente e controlado pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI ou WIPO); ele também é utilizado para auxiliar na elaboração de estatísticas sobre propriedade industrial, que permitem a avaliação do desenvolvimento tecnológico nas mais diversas áreas. Segundo Serafini *et al* (2011), para prospecção, a Classificação Internacional de Patentes (CIP), na qual as patentes são classificadas conforme sua aplicação, tem a função de agilizar as buscas nas bases patentárias. São divididas em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69000 grupos.

Para classificar o ano de depósito das patentes, este foi refinado por Número de Acesso Primário (NAP ou PAN), que é um número de identificação exclusiva, atribuído pelo *Derwent* a cada documento, o qual consiste do ano de publicação, de um número de série de seis dígitos e de um número de atualização de dois dígitos que indica quando esta base de patentes publicou o resumo da patente.

Para a busca de artigos científicos utilizou-se as fontes de pesquisa: WEB OF SCIENCE®, SCIENCE DIRECT® e SCOPUS®; essas bases de pesquisa só são acessíveis através de bibliotecas

de universidades públicas federais. Foram utilizadas as palavras-chaves: *separation and oil and water*, *separation and oil*, *separation and water*, *separation and mechanical process*, *separation and water and oil and mechanical process* no campo de pesquisa tópico. A pesquisa foi realizada no mês fevereiro de 2015, com ênfase para a coleta de informações no período de 1986 a 2015.

3. Resultados e Discussões

Os CIPs utilizados na pesquisa foram:

- C02F-001/40, que apresenta Seção C - Química; C02F - tratamento de águas residuais, C02F 001/40 - dispositivos para separação ou remoção de substâncias graxas ou oleosa;
- B01D-017/02 - Seção B - Operações de Separação, Mistura; B01 – processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral, B01D separação, B01D 17/02 - separação de líquidos não miscíveis;
- C10G-001/00 - Seção C - Química; C10 - indústrias do petróleo, C10G - produção de misturas hidrocarbonetos líquidos, C10G 001/00 - produção de misturas líquidas de hidrocarboneto;
- B09B-003/00 - Seção B - Operações de Separação, Mistura; B09B - eliminação de resíduo sólido, B09B 3/00 - destruição de lixo sólido ou transformação de lixo sólido em algo de útil ou inofensivo;
- C02F001/52 - Seção C - Química; C02F - tratamento de águas residuais, C02F 1/52 - por floculação ou precipitação de impurezas suspensas.

Para a busca das patentes foi observado os 6 últimos anos da década de 70 até o ano de 2014, somando 39 anos.

A Figura 1 apresenta o Quantitativo de patentes concedidas desde o ano de 1974. Nos primeiros 25 anos foram concedidos 30 patentes; na década seguinte, somente em 2009 esse número foi superado. Nos últimos 4 anos observa-se um primeiro crescimento com o pico no ano de 2012 e 49 patentes concedidas foi o maior número encontrado nesta pesquisa no ano de 2014. O total de patentes concedidas pesquisadas foi de 377 no período de tempo escolhido.

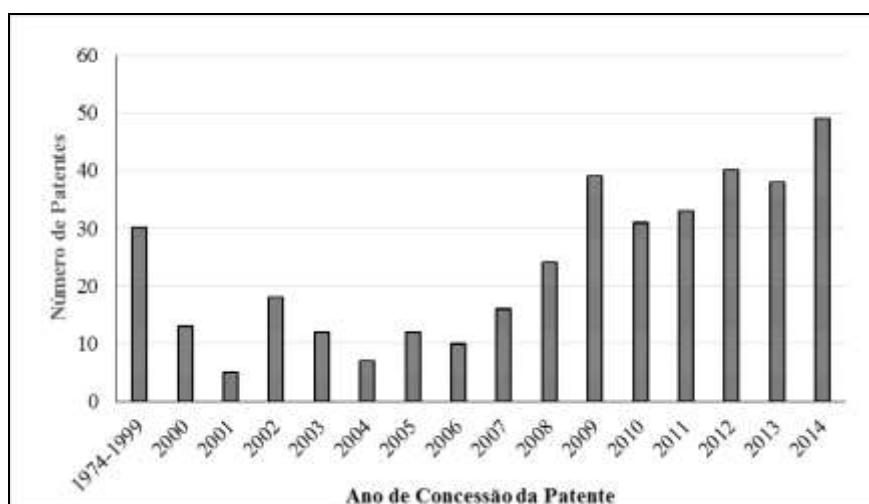


Figura 1- Quantitativo de patentes concedidas desde o ano de 1974.
 Fonte: Autoria própria (2015).

Na Tabela 1 é descrita como é distribuída as 110 patentes concedidas com relação ao CIP pesquisado. O CIP que apresentou o maior número de patentes foi o C02F-001, que trata de tratamento químico de águas residuais por floculação ou precipitação de impurezas suspensas. Observa-se que os CIPs pesquisados apresentaram uma distribuição uniforme, entre 15 e 28%, ou seja, número de patentes concedidas de acordo com o CIP bem próximas entre si.

Tabela 1 - Distribuição do número de patentes concedidas de acordo com o CIP.

Classificação Internacional de Patentes	Número de Patentes Concedidas
C02F-001/40	31
B01D-017/02	22
C10G-001/00	21
B09B-003/00	19
C02F-001/52	17
TOTAL	110

Fonte: Autoria própria (2015).

Na Figura 2 é apresentado o número de patentes concedidas em relação ao CIP e também de acordo com a instituição depositante. As patentes foram classificadas com relação à instituição depositante na forma de pessoa física; institutos, centro de pesquisa e universidades; e corporações empresariais. Em todos os CIPs pesquisados, as instituições depositantes de menor número de patentes foram institutos, centro de pesquisa e universidades, por esse motivo, optou-se por apresentá-los numa única barra.

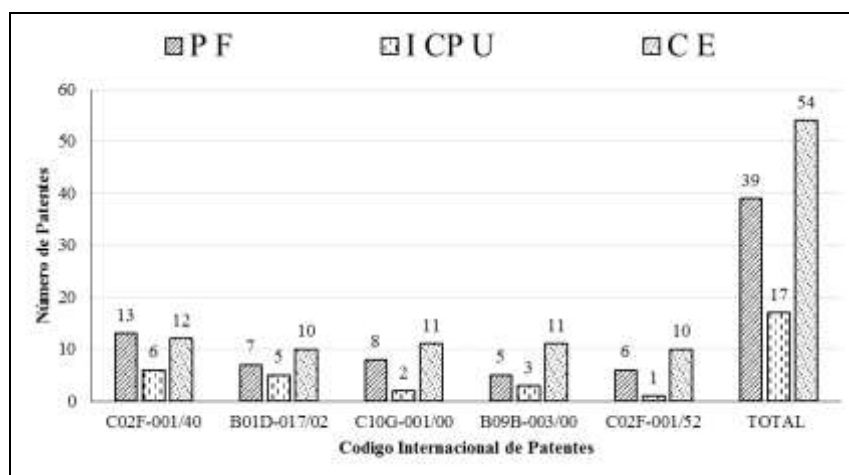


Figura 2 - Número de patentes concedidas em relação ao CIP e também de acordo com a instituição depositante (PF = Pessoa Física, I = Instituto, CP = Centro de Pesquisa, U = Universidade e CE = Centro Empresarial).
Fonte: Autoria própria (2015).

As patentes apresentadas na Figura 3 estão distribuídas por país e grupo de países depositante. De acordo com as condições desta pesquisa, o Brasil apresenta somente 3 patentes. Os depositantes com menor número de patentes são Itália, Portugal, Dinamarca, Reino Unido, Brasil, Noruega, Austrália, França, Rússia e Japão. Percebe-se que o maior número é atribuído ao TCP, este pode ser definido como um grupo de países criado em 1970 pela OMPI, passando por algumas revisões no decorrer dos anos, sendo a última em 2001. No ano de 2000 faziam parte deste grupo 108 países.

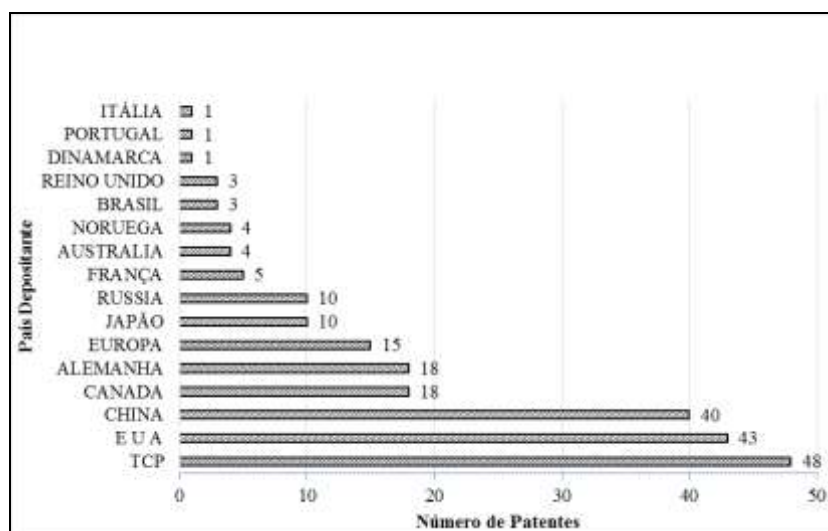


Figura 3 - Distribuição do número de patentes com relação ao país e grupo de países depositante (TCP = Tratado de Cooperação de Patentes).
Fonte: Autoria própria (2015).

A Figura 4 demonstra a distribuição das patentes dos países e grupo de países de acordo com os CIPs. O maior número é atribuído ao grupo de países do Tratado de Cooperação de Patentes (TCP). Este depositou 15 patentes, com o CIP C10G-001/00, que se refere a produção de misturas

líquidas de hidrocarbonetos. A Alemanha apresentou o menor número de patentes com os CIPs B09B-003/00 e C02F001/52, que se referem a destruição de lixo sólido ou transformação de lixo sólido em algo de útil ou inofensivo e; tratamento de águas residuais, por floculação ou precipitação de impurezas suspensas respectivamente.

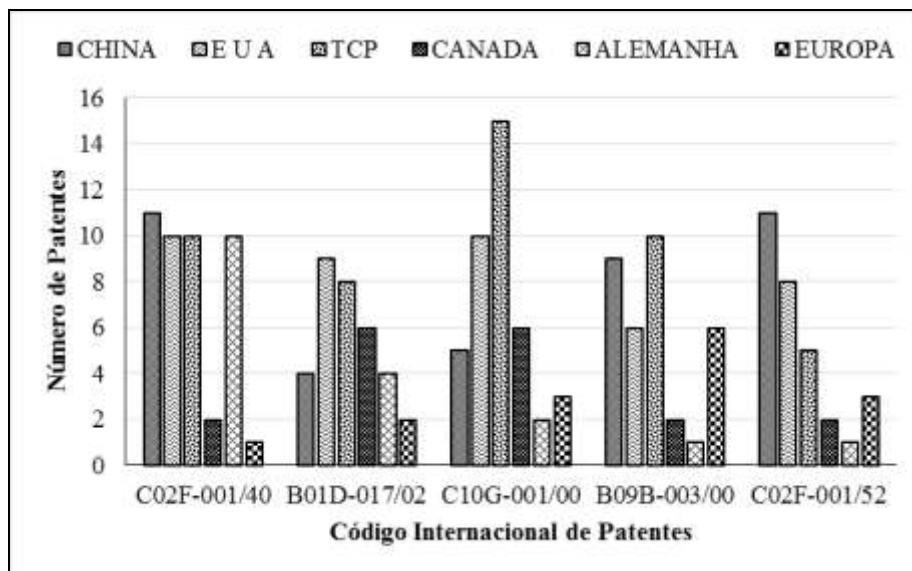


Figura 4 - Número de patentes por país e grupo de países de acordo com CIP (TCP = Tratado de Cooperação de Patentes).
Fonte: Autoria própria (2015).

Nos artigos científicos, nos bancos de pesquisas escolhidos, foi definido como tempo analisado os 4 últimos anos da década de 80 até este ano, num total de 29 anos.

O número de artigos publicados nas bases de busca com as palavras-chaves *separation and oil and water*, *separation and oil*, *separation and water* e *separation and mechanical process* é apresentado na Figura 5. A palavra-chave *separation and water and oil and mechanical process* apresentou 2 %, de um total de 1.853.949 artigos científicos publicados.

A palavra-chave com o maior número de resultados foi *separation and water* com 58% (1.076.421) do total de artigos científicos publicados. O banco de dados com o menor número de resultados foi a WEB OF SCIENCE® com 92.240 artigos científicos publicados.

Pode-se perceber que as palavras-chaves escolhidas apresentam resultados que se somam, o resultado obtido para *separation and oil and water* contém uma parte dos resultados das palavras-chaves *separation and oil* e *separation and water*. O número de artigos que a palavra-chave *separation and mechanical process* está contido na *separation and water and oil and mechanical process*.

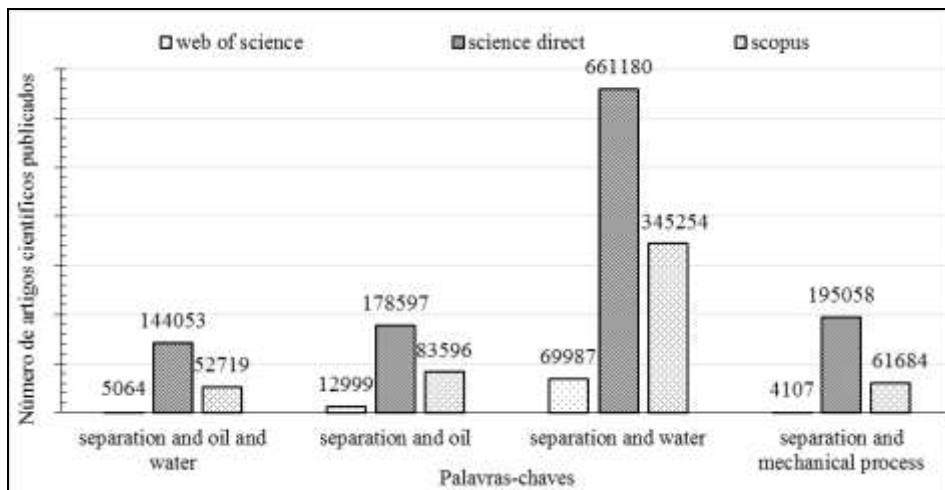


Figura 5 - Número de artigos publicados nas bases de buscas de acordo com as palavras-chaves.
Fonte: Autoria própria (2015).

4. Conclusão

Os dados coletados demonstram uma área promissora para a pesquisa e desenvolvimento com o elevado crescimento do interesse em geração de patentes no segmento de Equipamentos para tratamento de água produzida na indústria de petróleo.

A identificação dos mercados apresentou como instituição depositante de maior número de patentes no CIP C02F-001, que trata de tratamento químico de águas residuais por floculação ou precipitação de impurezas suspensas, foi Pessoa Física, ou seja, a pesquisa nesta área nos institutos, centro de pesquisa e universidades deve ser estimulada, já que apresenta o menor número.

Os principais países depositantes que dominam essa tecnologia são Tratados de Cooperação de Patentes (TCP), Estados Unidos da América (EUA), China, Canadá, Alemanha e Europa.

Para mudar esse quadro sugere-se um investimento maior das agências de fomento em pesquisas que gerem patentes, aliado à conscientização da população com relação à economia e ao reuso da água.

Com relação aos artigos publicados, nota-se que o menor número de artigos publicados dentre as palavras-chaves pesquisadas foi com *separation and water and oil and mechanical process*.

No final desse método houve a necessidade de desenvolver tecnologias chaves para o desenvolvimento de equipamentos de modo a reduzir o volume de efluente lançado, bem como a qualidade do efluente de acordo com a Legislação Ambiental vigente.

Assim, caracteriza-se com relação ao aspecto temporal o depósito de patentes e a publicação de artigos científicos com foco nos equipamentos para tratamento de água produzida na indústria de petróleo.

Referências

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 430, de 13 de maio de 2011, Complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Publicada no DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf>, Acesso em: 6 fev. 2015.

Publicação Oficial Classificação Internacional de Patentes (IPC – International Patent Classification). IPCPUB v5.3. Disponível em:

<http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/classificacao_patentes>. Acesso em: 30 jan. 2015.

Petrobras. Relacionamento com Investidores. Destaques Operacionais. Produção. Disponível em:

<<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/destaques-operacionais/producao/producao-mensal-de-oleo-e-gas-natural-brasil-e-internacional/producao-mensal-de-oleo-e-gas-natural-brasil-e-internacional.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

SERAFINI, M. R.; RUSSO, S. L.; PAIXÃO, A. E. A. e SILVA, G. F.. Características da propriedade intelectual no nordeste através de sites de buscas tecnológicas. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, São Cristóvão/SE, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2011.

WILLIAMS E. D. e SIMMONS J. E., Water in the energy industry. An introduction. BP International Ltda., 2013 Disponível em: <<http://www.bp.com/energysustainabilitychallenge>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

Recebido: 29/05/2015

Aceito: 25/08/2015